ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MULTI-RECEPCIÓN PARA TELEVISIÓN SATELITAL APLICANDO VARIOS RECEPTORES (LNB) SOBRE UN REFLECTOR ÚNICO.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

LUIS JAVIER ANDRADE PAZMIÑO.

Luchjavap86@hotmail.com

RAMIRO XAVIER TERÁN SUBÍA.

ramiroxavierteran@hotmail.com

DIRECTOR: ING. FERNANDO FLORES.

fflores@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: ING. JUAN ANDRÉS VÁSQUEZ.

Quito, mayo 2012.

DECLARACIÓN

Nosotros, Luis Javier Andrade Pazmiño y Ramiro Xavier Terán Subía, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____ _____

Luis Javier Andrade Pazmiño **Ramiro Xavier Terán Subía**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Javier Andrade Pazmiño y Ramiro Xavier Terán Subía, bajo mi supervisión.

_____

ING. FERNANDO FLORES

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, el hacedor de todas las cosas, por la oportunidad de vivir y realizar mis metas.

A mi familia: mis padres Luis y María Angélica , mis hermanas Paola y Pamela pilares fundamentales en la consecución de mis objetivos a lo largo de toda mi vida.

A María Elena por su apoyo, amor permanente y consejo en momentos difíciles a lo largo de mi carrera universitaria.

Al Ingeniero Fernando Flores por su acertada dirección en la realización del presente proyecto de titulación; de la misma forma al Ingeniero Juan Vásquez por su colaboración como Co-director y la ayuda brindada a lo largo de todo este tiempo.

A Ramiro, mi compañero por su apoyo irrestricto a lo largo de todo este tiempo de ejecución del presente proyecto.

A mis amigos de toda la vida que han sido fuente permanente de consejo y ayuda incondicional en todo momento. Gracias : Felipe, Daniel, Aleks, Ramiro V., David Andrés S, Paola G., Salome, Pablo P., Conejo, Santiago, Bot, todos los INTERNOUS, mis amigos de la facultad que en una gran mayoría acompañaron y ayudaron literalmente en el proyecto finalizado, espero la memoria no me falle pero un agradecimiento a todos; los recontra colaboradores Cisco Kids, mis queridos amigos de REDES y en general a todos mis compañeros y amigos , los cuales me honran con su amistad a lo largo de toda esta carrera estudiantil. A TODOS GRACIAS POR SU APOYO INCONDICIONAL!!!!!!!!!!!!!!

A todos mis amigos involucrados en estos párrafos quiero expresarles mi agradecimiento con las siguientes palabras de gratitud mas alla del tiempo del maestro Alberto Cortez.

A mis amigos les adeudo la ternura
y las palabras de aliento y el abrazo
el compartir con todos ellos la factura
que nos presenta la vida paso a paso.

Luis Javier Andrade Pazmiño

(Hijo, Novio, Alumno, pero sobre todo AMIGO)

AGRADECIMIENTO

A mi madre, Gladys Mariana Subía y a mi Padre Luis Ramiro Terán por el apoyo incondicional que me dio a lo largo de la carrera.

A mis hermanos Víctor Hugo y Estefanía Terán por estar siempre junto a mí en las buenas y sobre todo en las malas.

A mi compañero de tesis por su ayuda en la elaboración de este proyecto, en especial al Ing. Fernando Flores por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación.

A nuestro co-director y amigo Juan Vásquez (JV) por brindarme su ayuda y consejos para que este proyecto saliera adelante, a pesar de las dificultades.

A los protagonistas de este proyecto y amigos, Juan Vásquez (Snarf), Luis Canchiña (LUI), Camilo Calle (Camileins), Galo Puma (Amigo), Luis Ramírez (Golerín), Geovanny Haro (Jou Jou), Pablo Cañadas (Pablito), Mireya Anaguano (Mire Chelas), Jorge Jami (George), Johana Almeida (Pequeña jois), Ivanitza Vega (M.M), Efraín Montenegro, Galo Ushiña (Galeins), Marco Pilco (Macreins), Jenny Albuja, Byron Duque, Fernando Chapi (Che Chapi), Kennedy Vasconez (Ken), Maria Elena Padilla

A mis compañeros de trabajo y amigos los Cisco Kids…, de los cuales aprendí y compartí mucho.

A mis compañeros y amigos del Carmen F.C, con los cuales compartí mucho tiempo y conocí las grandes personas que son.

Javier de La Torre (Pepo), Víctor Vargas (Petizo), (Profeshor), Daniel Jurado(Sr. Jurado,) Pablo cañadas (Pablito), Geovanny Haro (Jou Jou,), Viejo Sinchi, Edu García (Viejo Edu), Luis Torres (Luisao),Daniel Moreta (Gato), Juan Vásquez, Juan Sevillano (Iguana) y la mascota che chapi.

DEDICATORIA

Dedicó este trabajo a mis Padres Luis Y María Angélica, a mis hermanas Paola y Pamela, todo lo que soy se lo debo a ustedes la mejor familia con la que Dios me pudo bendecir.

.

A María Elena mi novia, consejera y apoyo permanente; Mary para ti también va dedicado mi esfuerzo por estar siempre ahí en el momento indicado con la palabra justa.

Finalmente quiero dedicar este proyecto de titulación a una persona que desde arriba me cuida y protege esto también es para ti Abuelito, Luis Alberto Pazmiño, siempre te tengo presente “Papá Luchito”.

Luis Javier Andrade Pazmiño

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de mi carrera, a mis padres Luis Ramiro Terán y en especial a mi madre Gladys Mariana Subía, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos Víctor Hugo y Estefanía, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. A mi sobrino/a que llegará pronto a este mundo, que me motiva a mejorar y ser el mejor ejemplo y guía en su camino.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Ramiro Xavier Terán.

CONTENIDO

DECLARACIÓN ..... **I**

CERTIFICACIÓN ..... **II**

AGRADECIMIENTO ..... **V**

CONTENIDO ..... **VIII**

LISTA DE FIGURAS ..... **XI**

LISTA DE TABLAS ..... **XIV**

RESUMEN. ..... **XVI**

PRESENTACIÓN. ..... **XVII**

CAPÍTULO I **1**

1. ESTUDIO TEÓRICO. **1**

1.1 COMUNICACIONES SATELITALES. 1

1.1.1 INTRODUCCIÓN. *1*

1.1.2 COMUNICACIONES SATELITALES *1*

1.1.2.1 Satélite de Comunicación. 2

1.1.2.2 Arquitectura del Sistema Satelital. 2

1.1.2.3 Enlaces de Comunicación. 3

1.1.3 BANDAS DE FRECUENCIAS SATELITALES. *5*

1.1.3.1 Banda C. 5

1.1.3.2 Banda Ku. 6

1.1.3.3 Banda Ka. 6

1.1.4 TIPOS DE SATÉLITES. *7*

1.1.4.1 Satélite de Órbita Baja (LEO). 8

1.1.4.2 Satélites de Órbita Media (MEO). 8

1.1.4.3 Satélites de Órbita Geoestacionarios (GEO). 8

1.1.4.4 Satélite de Órbita elíptica alta (HEO). 10

1.1.5 ÁREA DE COBERTURA *11*

1.2 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE UNA ANTENA PARABÓLICA. 12

1.2.1 INTRODUCCIÓN. *13*

1.2.2 ORIENTACIÓN DE UNA ANTENA PARABOLICA. *13*

1.2.2.1 Ángulo de Elevación. 13

1.2.2.2 Ángulo de Azimut. 14

1.2.2.3 Ángulo de Polarización (SKEW). 14

1.2.3 TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICAS. *15*

1.2.3.1 Foco Primario. 15

1.2.3.2 Cassegrain. 16

1.2.3.3 Gregoriana. 16

1.2.3.4 Antenas tipo Offset 17

1.2.3.5 Antena multihaz (Multifeed). 18

1.2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. *19*

1.2.4.1 Frecuencia. 19
1.2.4.2 Diámetro del reflector. 20
1.2.4.3 Ganancia. 20
1.2.4.4 Rendimiento. 21
1.2.4.5 Relaciones D/f y f/D. 21
1.2.4.6 Ángulo de Radiación. 21
1.2.4.7 Lóbulos principales y secundarios. 22
1.2.4.8 Relación Señal /Ruido. 23
1.2.4.9 Ruido. 23
1.2.4.10 Ancho de Banda. 23
1.2.5 GEOMETRÍA DE UNA ANTENA OFFSET 23
1.3 LNB (LOW NOISE BLOCK). 25
1.3.1 INTRODUCCIÓN. 25
1.3.2 TIPOS DE LNBs SEGÚN SU DISEÑO. 26
1.3.2.1 LNBs Simples. 27
1.3.2.3 LNB Quattro. 28
1.3.2.4 LNB monoblock. 29
1.3.2.5 LNB Dual Band. 30
1.3.3 TIPOS DE LNBs SEGÚN SU BANDA DE OPERACIÓN. 30
1.3.3.1 LNB para Banda Ku. 30
1.3.3.2 LNB para banda C. 33
1.4 IRD (INTEGRATED RECIEVER DECODER). 33
1.4.1 TIPOS DE IRD 34
1.4.1.1 FTA "Free to air". 34
1.4.1.2 CA (Acceso Condicionado) 34
1.4.1.3 CI (Interfaz Común). 35
1.5 TELEVISIÓN SATELITAL DIGITAL. 36
1.5.1 INTRODUCCIÓN. 36
1.5.2 PROCESO DE TRANSMISIÓN UTILIZADO EN LA TELEVISIÓN SATELITAL. 37
1.5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TELEVISIÓN SATELITAL FRENTE A OTRAS TECNOLOGIAS Y PLATAFORMAS. 38

CAPÍTULO II. 41

2. MONTAJES Y PRUEBAS. 41

2.1 DESCRIPCION DE LA ANTENA UTILIZADA. 41
2.1.1 ADAPTACIONES REALIZADAS A LA ANTENA. 42
2.1.2 DIMENSIONES Y MODOS DE OPERACIÓN DE LA ANTENA. 43
2.1.3 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LA ANTENA. 45
2.1.3.1 Ensamblaje de las partes de la parábola. 45
2.1.3.2 Ensamblaje del sistema Base-Mástil y las piezas de fijación 46
2.1.3.3 Acoplamiento de la parábola al sistema Base-Mástil y las piezas de fijación. 47
2.2 CÁLCULOS PREVIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA MULTI-RECEPCIÓN. 50
2.2.1 CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE AZIMUT ELEVACIÓN Y SKEW. 51
2.2.2 CÁLCULO DE LA DISTANCIA FOCAL. 52
2.2.3 ÁNGULO DE CORRECCIÓN DE LA ANTENA. 54
2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE MULTIRECEPCIÓN. 55
2.3.1 SELECCIÓN DE SATELITES QUE FORMAN PARTE DEL SISTEMA MULTIRECEPCION. 55
2.3.2 CÁLCULO DE LA DISTANCIA FOCAL Y UBICACIÓN DEL LNB CENTRAL. 58
2.3.3 CÁLCULO DE LA UBICACIÓN DE LOS LNBs SECUNDARIOS. 60
2.4 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA UTILIZADA PARA LA UBICACIÓN DE LNBs. 66

2.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. 68
2.5.1 PRUEBAS DE UBICACIÓN Y DISTANCIA DE LOS LNBS CENTRAL Y SECUNDARIOS. 68
2.5.2 PRUEBAS REALIZADAS CON EL PRO DIGITAL SATELLITE FINDER SAT Y EL DECODIFICADOR AZAMERICA S-900. 69
2.5.2.1 Pruebas con el satélite Intelsat 11 con posición orbital 43°W (LNB central). 69
2.5.2.2 Pruebas con el satélite Amazonas con posición orbital 61°W (Primer LNB secundario) 72
2.5.2.3 Pruebas con el satélite Hispasat con posición orbital 30°W (Segundo LNB secundario). 75
2.5.2.4 Pruebas con el satélite Telstar 12 con posición orbital 15°W (Tercer LNB secundario) 78

CAPÍTULO III 82

3. ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN PARA EL SISTEMA DE MULTI-RECEPCIÓN SATELITAL Y DESARROLLO DE LA INTERFAZ GRÁFICA EN MATLAB 82

3.1 INTRODUCCIÓN 82
3.2 ESPECIFICACIÓNES DEL PROGRAMA. 82
3.2.1 ALCANCE. 83
3.2.2 REQUISITOS Y ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ. 83
3.2.3 DISEÑO. 86
3.2.3.1 Interfaz de Bienvenida (Pantalla 2). 87
3.2.3.2 Interfaz Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3.). 88
3.2.3.3 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.). 91
3.2.3.4 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.) 93
3.2.4 PROGRAMA Y PRUEBAS. 95
3.2.4.1 Cálculo del Punto Focal. 95
3.2.4.2 Cálculo de los parámetros de multi-recepción. 96
3.2.4.3 Análisis y Comparación de resultados obtenidos por el software con datos mediadas tomadas en la estructura real. 98

CAPÍTULO IV 100

4. DESCRIPCIÓN DE COSTOS. 100

4.1 INTRODUCCIÓN. 100
4.2 LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO. 100
4.2.1 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA (ANTENA PARABÓLICA, ESTRUCTURA). *101*
4.2.2 COSTOS EQUIPOS DE RECEPCIÓN Y MEDICIÓN. *101*
4.2.3 COSTOS DE MATERIALES EMPLEADOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA ANTENA PARABÓLICA. *102*
4.3 COSTO TOTAL DEL PROYECTO. 103
COSTOS DE INFRAESTRUCTURA (ANTENA, ESTRUCTURA). *103*
COSTOS DE MATERIAL FERRETERIA VARIOS *103*

CAPÌTULO V 105

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 105

5.1 CONCLUSIONES. 105
5.2 RECOMENDACIONES. 107

BIBLIOGRAFÍA. 112

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1. Órbita no Sincrona. 2
Figura 1. 2. Arquitectura de un sistema satelital. 5
Figura 1. 3 Trayectorias de los diferentes tipos de Satélite. 11
Figura 1. 4 Angulo de Elevacion y Azimut. 14
Figura 1. 5 Antena Parabólica tipo foco primario. 15
Figura 1. 6 Antena Parabólica tipo Cassegrain. 16
Figura 1. 7 Antena Parabólica tipo Gregoriana. 17
Figura 1. 8 Antena Parabólica tipo Offset. 17
Figura 1. 9 Antena Parabólica Multihaz. 18
Figura 1. 10.Tipos de adaptadores(De izquierda a derecha: a) Adaptador de Banda C en antenas Banda Kuy b) Adaptador de Banda Ku para antenas de Banda C). 20
Figura 1. 11 Lóbulos primario y secundario de radiacion de una antena parabólica 22
Figura 1. 12 Diagrama geométrico de una antena Offset 24
Figura 1. 13 Punto focal en una antena Offset 25
Figura 1. 14 Componentes de la unidad exterior 26
Figura 1. 15 LNB Universal Simple. 27
Figura 1. 16 LNB Smart Titanium Quad Universal. 28
Figura1.17 LNB Smart Titanium Quattro. 29
Figura 1. 18 MonoBlock LNB de 4º de separacion. 29
Figura 1. 19.LNB Dual Band. 30
Figura 1. 20 LNB para banda Ku DSS (Royal) 31
Figura 1. 21 LNB para banda Ku FSS 32
Figura 1. 22 LNB Universal (DMS International). 32
Figura 1. 23 LNB para banda C (DMS Intrenational). 33
Figura 1. 24 IRD FTA comercial (Az box BRAVO) 35
Figura 1. 25 CI ranura de interfaz común. 35
Figura 1. 26 Esquema de un sistema de televisión satelital. 37
Figura 1. 27 Esquema de un sistema de televisión satelital. 38

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Adaptaciones realizadas en el sistema de base-mástil de la antena. 42
Figura 2. 2 *Dimensiones de la antena utilizada.* 43
Figura 2. 3 Vista Lateral del sistema de calibración del ángulo de elevación. . 44
Figura 2. 4 Vista Superior del sistema de calibración del ángulo de elevación. 44
Figura 2. 5 Vista lateral del sistema de calibración del ángulo de Azimut de la antena. 45
Figura 2. 6 Plato reflector de la antena. 46
Figura 2. 7 Sub-Sistema de rotación. 47
Figura 2. 8 Estructura de soporte para el plato reflector sobre el mástil. 47
Figura 2. 9 Acoplamiento del plato reflector con la estructura previamente armada según el Datasheet del fabricante. 48
Figura 2. 10 Acoplamiento final del plato reflector con el sistema Base-Mástil. ... 48
Figura 2. 11 *Instalación de los brazos soporte para la ubicación del LNB.* 49
Figura 2. 12 *Antena instalada y operativa.* 49
Figura 2. 13 *Visión posterior de la antena instalada.* 50
Figura 2. 14 *Principio de funcionamiento de multi-recepción.* 51
Figura 2. 15 *Distancia Focal y parámetros complementarios.* 53
Figura 2. 16 *Ángulo de corrección (offset).* 54
Figura 2. 17 *Hemisferio Occidental (Oeste).* 55
Figura 2. 18 *Ubicación del LNB Central.* 59
Figura 2. 19 Vista Superior de la antena y una hipotética ubicación del LNB central y secundario. 62
Figura 2. 20 Vista Lateral de la antena y una hipotética ubicación del LNB central y secundario. 62
Figura 2. 21 Triangulo rectángulo XYZ formado por la diferencia entre azimut y la elevación. 64
Figura 2. 22 Base de la estructura metálica donde descansan los LNBs. 66
Figura 2. 23 Vista Anterior de la *Estructura Final.* 67
Figura 2. 23 Vista Lateral de la *Estructura Final.* 67
Figura 2. 25 Valores medidos después de realizar la ubicación de los distintos LNBs y ajustes para el mejor rendimiento de la antena. 68
Figura 2. 26 Ubicación del LNB principal 70

Figura 2. 27 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Intelsat 11. 70
Figura 2. 28 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Intelsat 11. 71
Figura 2. 29 Ubicación del primer LNB secundario. 72
Figura 2. 30 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Amazonas. 73
Figura 2. 31 Datos obtenidos por el decodificador AZ America S-900 para el satélite Amazonas. 73
Figura 2. 32 Ubicación del segundo LNB secundario 75
Figura 2. 33 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Hispasat. 76
Figura 2. 34 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Hispasat. 77
Figura 2. 35 Ubicación del tercer LNB secundario 78
Figura 2. 36 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Telstar 12. 79
Figura 2. 37 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Telstar 12. 80

CAPÍTULO III

Figura 3. 1 Pasos a seguir para el Diseño. 83
Figura 3. 2 Esquemas de pantallas que forman la GUI presente en el software. . 85
Figura 3. 3 Diagrama de Flujo de las interfaces que forman el Programa. 86
Figura 3. 4 Pantalla 2. Bienvenida del Programa. 87
Figura 3. 5 Bienvenida del Programa (Pantalla 2.) Diagrama de Flujo. 88
Figura 3. 6 Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3). 89
Figura 3. 7 Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3) Diagrama de Flujo. 90
Figura 3. 8 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.). 91
Figura 3. 9 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.). Diagrama de Flujo. 92
Figura 3. 10 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.) 93
Figura 3. 11 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.) Diagrama de Flujo. 94
Figura 3. 12 Ingreso de Datos para el cálculo de la Distancia Focal. 95
Figura 3. 13 Resultados Calculados a través del Software. 96
Figura 3. 14 Ingreso de Datos para el cálculo de Multi-recepción. 96
Figura 3. 15 Disposición de los distintos LNBs a partir del LNB principal. 97

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1 Cuadro comparativo de las bandas de frecuencia empleadas en comunicaciones satelitales. 7
Tabla 1. 2 Tabla de resumen de los tipos de satélites según su órbita. 11
Tabla 1. 3 Cuadro comparativo de los Tipos de LNBs según su diseño. 27

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1 Listado de Satélites Geoestacionarios Hemisferio Occidental. 56
Tabla 2. 2 Listado de Satélites Geoestacionarios que sostienen línea de vista con el Ecuador. 57
Tabla 2. 3 Listado de Satélites Geoestacionarios que operan en banda Ku. 57
Tabla 2. 4 Listado de Satélites Geoestacionarios con huella en el Ecuador. 57
Tabla 2. 5 Listado Final de Satélites Geoestacionarios a receptarse en el presente proyecto 58
Tabla 2. 6 Tabla de Resultados. 65
Tabla 2. 7 *Tabla de Resultados al realizar la medición.* 68
Tabla 2. 8 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Intelsat 11. 71
Tabla 2. 9 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Intelsat 11 por el decodificador AZAMERICA S-900. 72
Tabla 2. 10 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Amazonas. 73
Tabla 2. 11 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Amazonas por el decodificador AZAMERICA S-900. 75
Tabla 2. 12 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Hispasat. 76

Tabla 2. 13 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Hispasat por el decodificador AZAMERICA S-900. 78
Tabla 2. 14 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Telstar 12. 79
Tabla 2. 15 Tabla Resumen de los Transponder Captados del Satélite Telstar 12 por el Decodificador AZAMERICA S-900. 80

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Resultados Finales en coordenadas rectangulares y Módulo de la separación entre LNBs. 97
Tabla 3. 2 Resultados Finales a partir del Análisis y Comparación de resultados obtenidos por el software con datos mediadas tomadas en la estructura real. 98

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Materiales utilizados en la implementación del proyecto. 101
Tabla 4. 2 Costos de Equipos Activos de la Red. 101
Tabla 4. 3 Costos Equipos de recepción y medición. 102
Tabla 4. 4 Costos de Materiales de cableado y conexión. 102
Tabla 4. 5 Costos de Material Ferretería varios. 103
Tabla 4. 6 Costo total del Proyecto 103

RESUMEN.

El presente Proyecto tiene como objetivo el diseño y construcción de un sistema multi-recepción para TV satelital, tomando en cuenta un modelo matemático que describa el posicionamiento y ubicación de cada LNB de manera referencial, de acuerdo con la situación geográfica de la ciudad de Quito y la posición satelital para optimizar el rendimiento de la antena.

El capítulo I describirá el soporte de comunicaciones que se emplea en las transmisiones satelitales, los componentes y características de una antena parabólica, los receptores empleados y tipos de LNB existentes, así como también se describirán los conceptos y parámetros necesarios para calcular la posición de la antena y de los LNBs con respecto a los satélites y a la televisión satelital digital.

En el capítulo II se realizará una descripción de las partes estructurales del sistema: antena parabólica tipo offset, estructura para el soporte de los LNBs; de los cuales se especificarán sus características más sobresalientes. Además se describirán los métodos de instalación, los montajes y adaptaciones realizados en la antena para lograr la multi-recepción y las pruebas de funcionamiento del sistema.

En el capítulo III se describirá la realización del manual de instalación y operación así como también se detallará todas aquellas características técnicas y de programación, utilizando como plataforma a MatLab, que debe cumplir la interfaz gráfica diseñada para calcular la ubicación aproximada de los LNBs para el sistema multi-recepción implementado.

En el capítulo IV se realizará un presupuesto referencial de los equipos necesarios que cumplan con las características del diseño del sistema de multi-recepción.

En el Capítulo V se indicarán las conclusiones y recomendaciones que se obtienen al tener finalizado el proyecto.

Adicionalmente se incluye los anexos correspondientes a: datasheet de una antena parabólica offset tipo Prodelin de 2.4 m. con sus principales parámetros de operación, manual de instalación y operación del sistema implementado.

PRESENTACIÓN.

En la actualidad la utilización de las comunicaciones satelitales en diferentes ámbitos del desarrollo del ser humano en sus actividades diarias ha ido en un vertiginoso aumento, en los últimos años el campo de mayor crecimiento y desarrollo ha sido el del entretenimiento teniendo a la televisión satelital digital como su máximo exponente.

A través de los años se ha considerado a la plataforma satelital como una solución en extremo costosa, sin embargo en la actualidad con su masificación, este costo tiende a disminuir, principalmente basados en la gran ventaja que tiene la transmisión de contenidos vía satélite, llegando a lugares donde otras tecnologías tales como la televisión por cable y terrestre no tienen acceso.

En el afán de aportar una alternativa que permita optimizar recursos de orden logístico y operación en la recepción de señales satelitales, presentamos este proyecto de multi-recepción satelital que al ser implementado brinda la oportunidad de captar las señales de varios satélites utilizando un solo plato reflector; dichas señales son captadas de manera conjunta, con un nivel de calidad óptimo, para posteriormente ser procesadas de manera independiente según sea la intención del usuario que requiera del servicio.

CAPÍTULO I.

1. ESTUDIO TEÓRICO.

En este capítulo se describe el soporte de comunicaciones que se emplea en transmisiones satelitales, los componentes y características de una antena parabólica, los receptores empleados y tipos de LNB existentes, así como, también se describirán los conceptos y parámetros necesarios para calcular la posición de la antena y de los LNBs con respecto a los satélites.

1.1 COMUNICACIONES SATELITALES.

1.1.1 INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el uso de los satélites artificiales provee una alternativa para la comunicación de cobertura global, ya que con el pasar del tiempo no solo ha mejorado la tecnología con la que son construidos, sino también la versatilidad de servicios y la capacidad de tráfico que involucran las demandas actuales.

1.1.2 COMUNICACIONES SATELITALES[1] [2] [3] [4].

La mayor parte de satélites utilizados en las telecomunicaciones se encuentran en la órbita geoestacionaria[5] o sincrónica, de aquí se deriva su nombre de satélites síncronos. Esta órbita también llamada Cinturón de Clarke se encuentra a una altura aproximada de 35780 km y el periodo de rotación de un satélite es el mismo que el de la Tierra (23 Hs 56´ 4").

[1] Clasificación de las redes de datos - http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_computadoras.
[2] Satélite de Comunicación - http://www.cantv.com.ve/seccion.asp
[3] FLORES FERNANDO, Comunicaciones Satelitales, EPN, 2010
[4] Segmento Terreno - http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882
[5] La órbita geoestacionaria: Es aquella en el plano del ecuador donde los satélites cumplen una circunvolución completa alrededor de la Tierra en un día, girando a una velocidad angular igual a la de la tierra, por lo que parecen estar inmóviles con respecto a un punto fijo.

Por otra parte tenemos a los satélites no síncronos cuya principal característica es la de no permanecer estacionarios con respecto a ningún punto de la tierra, por lo que su periodo de disponibilidad puede ser muy corto, alrededor de 15 minutos, son muy utilizados para las telecomunicaciones en sistemas como GPS[6] e Iridium[7] así como para aplicaciones de meteorología.

En la figura 1.1 se indica la trayectoria de una órbita no síncrona.

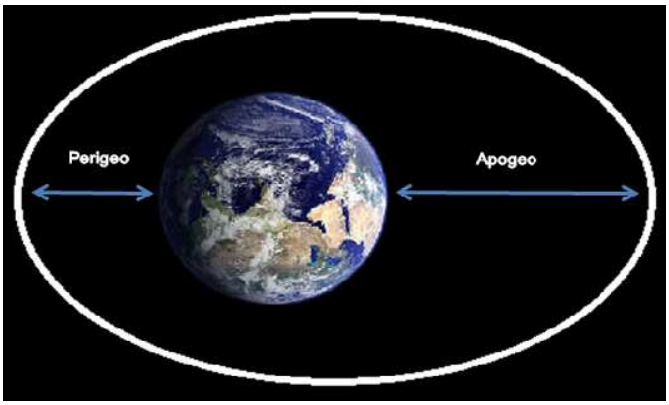


Figura 1. 1. Órbita no Sincrona.

1.1.2.1 Satélite de Comunicación.

Un satélite es un reflector activo ubicado en el espacio, que se mueve alrededor de un cuerpo celeste, cuyo primer objetivo es iniciar o asistir la transmisión de la información o el mensaje de un punto (fuente) a otro (usuario), a través del espacio. La señal no solo es reflejada sino que es regenerada y adaptada para luego ser reenviada a diferentes partes del planeta, esta información puede ser voz, datos o video.

1.1.2.2 Arquitectura del Sistema Satelital.

[6] GPS : *Global Positioning System*.

[7] Iridium: Es una constelación de 66 satélites de comunicaciones que giran alrededor de la Tierra en 6 orbitas bajas LEO, diseñada por Motorola para proveer servicios de Servicios Satelitales Móviles (SSM) con cobertura global.

El sistema de satélite se compone de segmento espacial, segmento de control y segmento terreno.

1.1.2.2.1 Segmento Espacial.

El segmento espacial consta de uno o más satélites que realizan las funciones de recepción, conversión, conmutación y transmisión de la señal enviada por las diferentes estaciones terrenas o satélites.

1.1.2.2.2 Segmento Terreno.

Está constituido por las estaciones terrenas y/o receptoras, encargadas de establecer los enlaces de conexión con el segmento espacial y de proveer los medios de interconexión con redes terrenas o terminales de usuario. La estructura de dichas estaciones varía según el tipo de tráfico que manejen.

1.1.2.2.3 Segmento Control.

El segmento de control se compone de todas las instalaciones en tierra para el control y seguimiento de los satélites.

1.1.2.3 Enlaces de Comunicación.

Un sistema satelital consiste de tres secciones básicas:

- Enlace de subida.
- Transpondedores o Transponders.
- Enlace de bajada.

1.1.2.3.1 Enlace de Subida[8] [9].

[8] FLORES FERNANDO, Comunicaciones Satelitales, EPN, 2010
[9] EGAS CARLOS, Comunicaciones Satelitales, EPN, 2009

El enlace de subida va desde la estación terrena al satélite. La recepción de dicho enlace consiste de una o más antenas receptoras mediante las cuales se capta la señal enviada desde las estaciones terrestres transmisoras cabe resaltar que la frecuencia a la que opera este enlace es mayor a la frecuencia del enlace de bajada lo que representa una mayor longitud de onda (λ), esto se explica debido a la mayor factibilidad de enviar energía o potencia desde la tierra y no hacia la misma, la finalidad de esta diferencia entre las frecuencia de los 2 enlaces es la anulación de interferencias entre canales y por ende de señales.

1.1.2.3.2 Transpondedor o Transponder[10].

"Un Transponder (transmisor-receptor), es una cadena completa de dispositivos montados sobre un satélite artificial de telecomunicaciones, que permite recibir señales de radiocomunicación emitidas desde cierta región de la Tierra en una frecuencia, las convierte a otra, las amplifica, para luego ser retransmitidas a una cierta zona de la Tierra".

Las funciones básicas de un transponder son:

- Traslación de frecuencias.
- Amplificación de la señal.
- Aislamiento de canales adyacentes.

Esto implica que la señal que llega al satélite pasa por un sistema de filtrado con la finalidad de separarla de otras señales e interferencias, se cambia su frecuencia portadora, pasa a un proceso de amplificación para su posterior retransmisión hacia la tierra.
Los haces de recepción y transmisión pueden cubrir la misma o diferentes áreas de la tierra. Normalmente un satélite tiene varios haces, cada uno de ellos con al menos un transponder.

1.1.2.3.3 Enlace de Bajada.

El enlace de bajada comprende desde el satélite a los diferentes terminales de usuario. La etapa transmisora, para este enlace se caracteriza por disponer de varios equipos radiantes, con distintas zonas de cobertura que implican distintas potencias de salida.

[10]Transponder - http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882

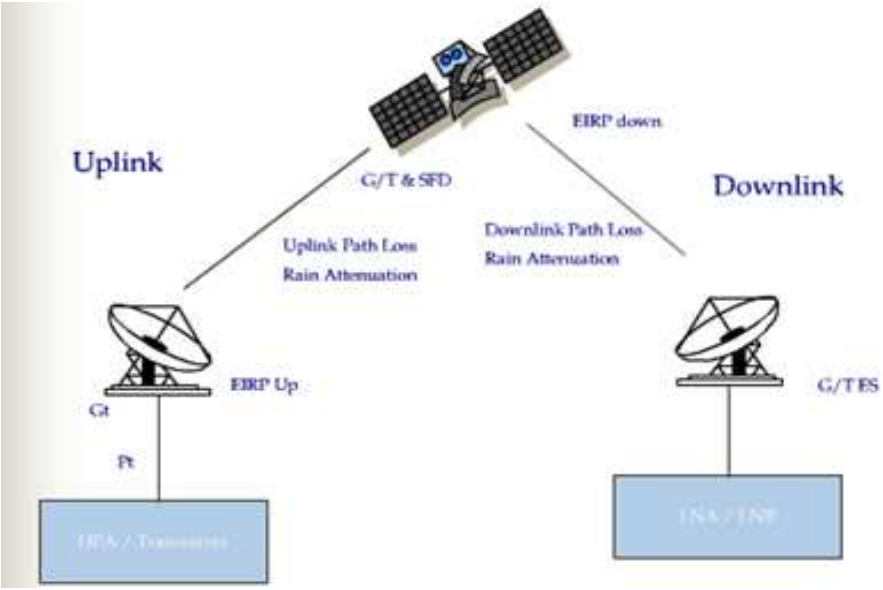


Figura 1. 2. Arquitectura de un sistema satelital[11].

1.1.3 BANDAS DE FRECUENCIAS SATELITALES[12].

Los satélites comerciales utilizan principalmente 3 bandas de frecuencia:

- Banda C.
- Banda Ku.
- Banda Ka.

1.1.3.1 Banda C[13].

Se encuentra en el rango de 5.9 a 6.4 GHz de canal ascendente y un margen de 3.7 a 4.2 GHz para el canal descendente; su principal limitante es el hecho que proporciona transmisiones de una potencia relativamente baja con relación a otras bandas sin embargo a favor de la banda C se tiene la mejor recepción en comparación que la banda Ku por su inmunidad a interferencias ambientales, y además de poseer un desarrollo tecnológico que tiene un bajo costo.

---

[11] Arquitectura de un sistema satelital - http://www.ea1uro.com/proteccioncivil/vdm028.htm
[12] Carlos Rosado ; COMUNICACIONES POR SATÉLITE ; Ahciet; 2000
[13] Banda C - http://es.wikipedia.org/wiki/Banda_C

Como desventajas tenemos que el costo que implica la fabricación de una antena de características similares en comparación a otra banda como la Ku se encarece, ya que el diámetro de la antena debe ser proporcional a la longitud de onda que recibe, esto implica que los diámetros sean mayores en comparación a los de la banda Ku aumentando su costo. Otra desventaja es su susceptibilidad de recibir y causar interferencias desde satélites adyacentes y sistemas terrestres que comparten la misma banda como por ejemplo las radio bases de telefonía móvil. Entre las aplicaciones de la banda C se encuentran el servicio para radio aficionado, Difusión de señales de televisión, Internet, Sistemas de aviación.

1.1.3.2 Banda Ku[14].

Se encuentra en el rango de 14 a 14.5 GHz de canal ascendente y un margen de 11.7 a 12.2 GHz para el canal descendente; se usa principalmente en las comunicaciones satelitales, siendo la televisión uno de sus principales usos, ya que usa longitudes de onda medianas que traspasan la mayoría de los obstáculos y transportan una gran cantidad de datos, hacen mejor uso de la capacidad del satélite.

La banda Ku permite el uso de antenas de dimensiones reducidas, desde este punto de vista son más estéticas, más versátiles en sus formas de instalación y mucho más económicas que las antenas de banda C, aunque esta banda es susceptible a la degradación de señal por incidencias del clima.
Entre las aplicaciones en esta banda podemos encontrar E- learning, E-comerce, internet, Tv Satelital, etc.

1.1.3.3 Banda Ka[15].

Concebida en un principio para el uso militar, esta banda opera en el límite de 19.7 a 20.2 GHz para el canal ascendente y de 18.3 a 18.8 GHz para el canal descendente. Esta banda es muy sensible a interferencias ambientales.

[14] EGAS CARLOS, Comunicaciones Satelitales, EPN, 2009
[15] Arquitectura de un sistema satelital - http://www.ea1uro.com/proteccioncivil/vdm028.htm

Entre las principales aplicaciones en esta banda se encuentra el sistema de radar, aplicaciones de usos militares e investigación, servicios de control de tráfico y principalmente, debido a su inmunidad a condiciones atmosféricas extremas, la comunicación entre satélites. Se pretende usar la banda Ka para aplicaciones comerciales ya que las bandas C y Ku están saturadas.

En la tabla 1.1 se indica en resumen las bandas de frecuencias atribuidas para servicios satelitales.

Banda	Rango canal Ascendente	Rango canal Descendente	Aplicaciones	Problemas
C	5.9 a 6.4 GHz	3.7 a 4.2 GHz	• Servicio para radio aficionados • Difusión de señales de televisión • E- learning • E-comerce • Internet • Tv satelital • Servicios de SCPC[16]	Interferencia Terrestre
Ku	14 a 14.5 GHz	11.7 a 12.2 GHz		Lluvia
Banda	**Rango canal Ascendente**	**Rango canal Descendente**	**Aplicaciones**	**Problemas**
Ka	19.7 a 20.2 GHz	18.3 a 18.8 GHz	• Sistemas de radar • Aplicaciones Militares • Servicios de control de tráfico	Lluvia

Tabla 1. 1 Cuadro comparativo de las bandas de frecuencia empleadas en comunicaciones satelitales.

1.1.4 TIPOS DE SATÉLITES[17].

En general podemos clasificar cuatro tipos de satélites:

[16] SCPC (Single Channel Per Carrier): se refiere al uso de una sola señal a una frecuencia y ancho de banda dados en mayoría utilizados en los satélites de difusión para indicar que las estaciones de radio no son multiplexados o divididas en subportadoras sobre un solo vídeoportador.

[17] Club. El saber electrónica ;TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006

1.1.4.1 Satélite de Órbita Baja (LEO).

Con una altitud aproximadamente entre 640 y 1600 km. Su límite superior evita la proximidad con el cinturón de radiación de Van Allen[18] y el inferior es debido a razones de cobertura. El periodo del satélite oscila entre 2 a 4 horas, son satélites pequeños y su lanzamiento es relativamente fácil. Este tipo de orbitas se usan para comunicaciones personales, ya que el retardo es mucho menor en comparación a los satélites ubicados en la órbitas GEO o MEO ya que el tiempo de propagación de la señal es bajo.

En esta órbita existen aplicaciones en tiempo real como la telefonía móvil, observaciones militares satelitales, etc.

1.1.4.2 Satélites de Órbita Media (MEO).

Las orbitas medias tienen una altitud comprendida entre 6000 y 11000 km, describiendo una trayectoria circular. Los límites están predispuestos entre el primero y el segundo cinturón de Van Allen, evitando su radiación perjudicial. En este tipo de órbitas se realizan aplicaciones de posicionamiento Global. El periodo del satélite oscila en el rango de 4 a 12 horas.

Entre las aplicaciones más comunes en la órbita MEO se tienen la Telefonía Móvil y la Meteorología.

1.1.4.3 Satélites de Órbita Geoestacionarios (GEO).

Los satélites GEO se ubican en el plano ecuatorial[19], a una altura aproximada de 35780 km y gira en sincronía con la Tierra, con un patrón circular lo que lo hace parecer estacionario con respecto al planeta. Por su área de cobertura es considerado ideal para las comunicaciones, ya que pueden cubrir un tercio de la superficie terrestre por lo que se podría decir que siempre están disponibles

[18] Los cinturones de radiación Van Allen: Son área en forma de anillo y de superficie toroidal, donde las partículas energéticas, tales como protones y electrones se limitan por el campo magnético de la Tierra. Pueden causar daños a la electrónica y los componentes eléctricos del satélite.

[19] Plano Ecuatorial:El plano perpendicular al eje Norte-Sur se denomina Plano Ecuatorial separándole en dos hemisferios llamados Hemisferio Norte, y Hemisferio Sur .l

dentro de un área de cobertura, pero con el inconveniente que el número de satélites es limitado. Un sistema de cobertura global trabajando en órbita síncrona requiere como mínimo tres satélites para recubrir todo el planeta con excepción de las zonas polares.

Los satélites geoestacionarios se utilizan en los campos de las telecomunicaciones, la meteorología, la detección de recursos naturales y observación del medio ambiente así como la investigación científica, entre otras aplicaciones.

Cuando la trayectoria del satélite coincide con el plano ecuatorial se denomina órbita ecuatorial, cuando el satélite describe una trayectoria por encima de los polos norte y sur se lo denomina órbita polar, para otro tipo de trayecto se lo denomina órbita inclinada.

1.1.4.3.1 Ventajas de las Órbitas Geoestacionarias.

- El satélite permanece casi estacionario con respecto a una estación terrestre específica, su trayectoria es un punto.
- No requiere equipo costoso de rastreo en las estaciones terrenas y el establecimiento de radioenlaces es fijo, ya que las antenas permanecen estáticas.
- Estabilidad de la señal y los enlaces son ininterrumpidos las 24 horas.
- Los satélites geo síncronos de alta altitud pueden cubrir un área de la tierra más grande que sus contrapartes orbitales de baja altitud.

1.1.4.3.2 Desventajas de las Órbitas Geoestacionarias.

- Las altitudes superiores de los satélites geo síncronos (GEO) introducen tiempos de propagación más largos. El retardo de propagación del viaje redondo entre dos estaciones terrenas por medio de un satélite geo síncrono está en el rango de 500 ms. a 600 ms.
- Los satélites geo síncronos requieren de alta potencia de transmisión y receptores más sensibles debido a las distancias más grandes y mayores pérdidas de trayectoria.

- Se requieren de maniobras especiales de alta precisión para colocar un satélite geo síncrono en órbita y mantenerlo.
- Los satélites GEO requieren mucha energía y combustible para ponerlos en órbita.
- No abarca los casquetes polares.

1.1.4.4 Satélite de Órbita elíptica alta (HEO).

Se trata de una órbita elíptica alrededor de 8.000 a 20.000 kilómetros por encima de la superficie de la tierra, no necesariamente por encima del Ecuador. Los satélites HEO están diseñados para dar una mejor cobertura a los países con latitudes más altas del norte o del sur.

Debido a su capacidad de detectar un gran ángulo de la superficie terrestre su principal aplicación es cartografiar la superficie de la Tierra.

La tabla 1.2 contiene una breve descripción de los tipos de satélites.

Tipos de órbita	Altura sobre el nivel del mar	Función del satélite	Ventajas
LEO	entre 640 y 1600 km	Comunicaciones y observación de la Tierra	Poco retraso de las comunicaciones. Se requiere menor potencia
MEO	entre 6000 y 11000 km	Telefonía Móvil y Meteorología	Poco retraso en las comunicaciones.
GEO	35780 km	• Comunicaciones • Clima • Navegación • GPS	Permanece estacionario con respecto a la tierra

HEO	8.000 a 20.000 kilómetros	• Comunicaciones • Se utilizan para cartografiar la superficie de la Tierra	Servicios a grandes Latitudes

Tabla 1. 2 Tabla de resumen de los tipos de satélites según su órbita.

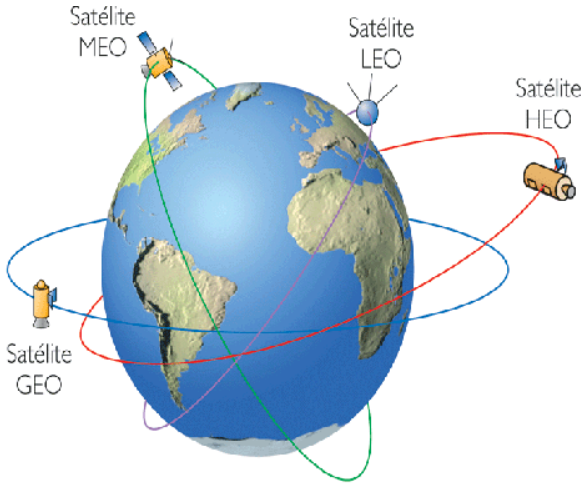


Figura 1. 3 Trayectorias de los diferentes tipos de Satélite.[20]

1.1.5 ÁREA DE COBERTURA[21] [22].

Al hablar de área de cobertura se hará referencia al área geográfica que cubre la superficie de la tierra o huella, en la que se dispone un determinado servicio. El área cubierta en tierra correspondiente a uno o varios transponder, lo cual determina el diámetro requerido por las antenas satelitales.

El área de cobertura de un satélite depende:

[20] Figura 1.3. Trayectorias de los diferentes tipos de satélite http://www.kalipedia.com/informatica /tema /graficos-disposicion-orbitas-diferentes

[21] Área de cobertura - http://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura_%28telecomunicaciones%29

- De la órbita en la que se encuentre el satélite.
- Frecuencia de portadora.
- Ganancia de sus antenas.

En la órbita geoestacionaria el haz de las antenas de un satélite puede ser de casi 17º, con lo cual cubre un tercio del planeta.

Los mapas de la huella satelital usualmente muestran el diámetro mínimo estimado de un plato reflector o la potencia de la señal en cada área, medida en dBW.

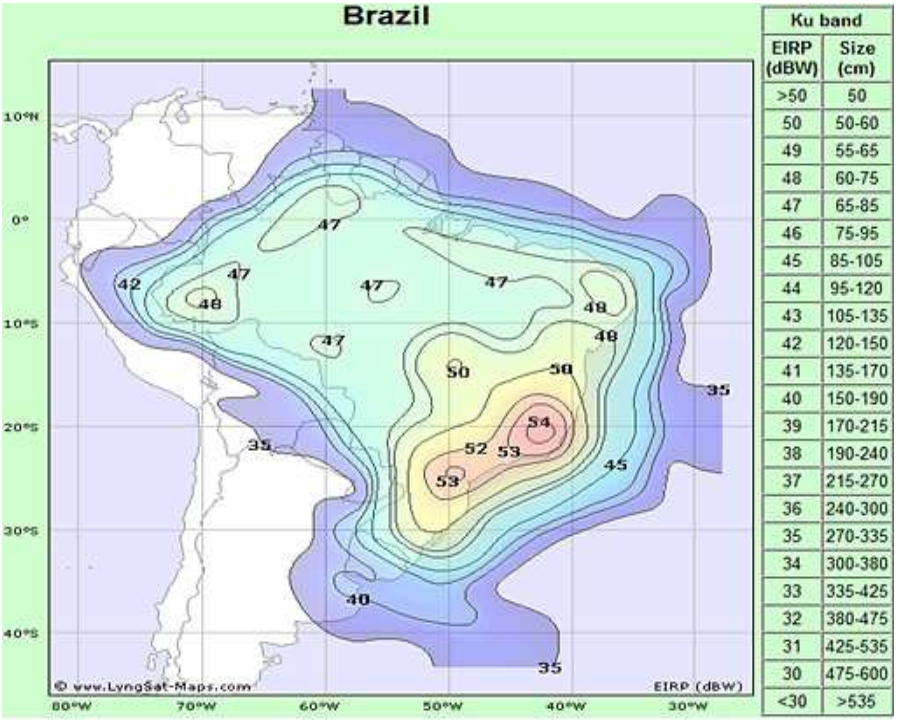


Figura 1. 4 Area de cobertura Satelite Brasilsat[23].

1.2 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE UNA ANTENA PARABÓLICA.

[22] Sistemas de comunicaciones electrónicas (Wayne Tomasi).
[23] Área de Cobertura Satélite Brasilsat-http://www.lyngsat-maps.com/maps/brasilb4_national.html

1.2.1 INTRODUCCIÓN.

Una antena parabólica se usa para comunicaciones satelitales por su directividad y una ganancia elevada, por lo que es muy común encontrar este tipo de antenas instaladas en ciudades, pueblos y lugares aislados, ya que una de las razones del uso de este tipo de antenas, no solo es el entretenimiento, sino que la recepción de señales terrestres puede ser baja o prácticamente nula, ya sea por no encontrarse dentro de un área de cobertura o porque la situación geográfica impida la correcta recepción, mientras que la satelital puede ser óptima[24].

Las antenas parabólicas proporcionan una ganancia y una directividad alta por lo que son muy usadas para enlaces satelitales. Las antenas parabólicas son en esencia una superficie metálica que sirve de reflector y un elemento radiante (receptor), situado en su foco.

El reflector puede estar construido de diferentes materiales:

- Una superficie metálica, generalmente aluminio para reducir peso y con esto optimizar su manejo y transportación.
- Fibra con un baño de una sustancia metálica por su cara cóncava. Se suele utilizar en parábolas de gran tamaño para reducir peso.
- Malla metálica que puede ser galvanizada o acerada.

1.2.2 ORIENTACIÓN DE UNA ANTENA PARABOLICA[25].

La orientación de la antena se basa en el cálculo de los ángulos de elevación, azimut y polarización también llamados ángulos de vista derivados de parámetros de la posición del satélite y de la estación terrena.

1.2.2.1 Ángulo de Elevación.

[24] Introducción - http://flovla.wordpress.com/category/antenas-parabolicas/

[25] Angulo de Elevación y Azimut - http://edutechne.com.ar/forumsur/comunica_sat.pdf

El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal.

1.2.2.2 Ángulo de Azimut.

Se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena, se mide desde el norte geográfico[26] en dirección de las manecillas del reloj. Los ángulos de elevación y azimut, dependen ambos, de la latitud y la longitud de la estación terrena, así como la posición orbital del satélite.

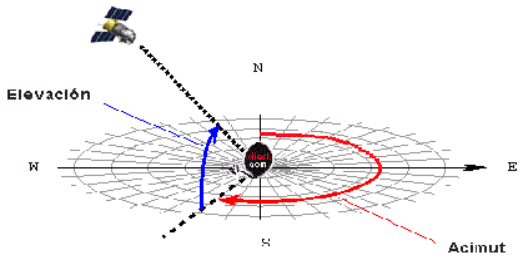
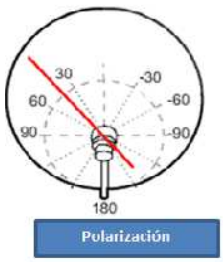


Figura 1. 4 Angulo de Elevacion y Azimut.[27]

1.2.2.3 Ángulo de Polarización (SKEW).[28]

El ángulo del plano de polarización se ajusta girando el conversor (LNB), respecto a la vertical en el sentido de las agujas del reloj. Este ángulo, dependerá de la ubicación geográfica de la antena.



[26] Norte Geográfico: Es uno de los dos lugares de la superficie del planeta que coincide con el eje de rotación; es opuesto al Polo Sur. Norte Magnético es el punto de la superficie terrestre que atrae el extremo de la brújula.

[27] Angulo de elevación – Azimut http://azamerica.foro-colombia.net/t22-acimut-elevacion-y-ajuste-del-plano-de-polarizacion

[28] Polarización - http://www.mediasoluciones.com/acimut/

Figura 1. 5 Ángulo de Polarización[29].

1.2.3 TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICAS[30].

1.2.3.1 Foco Primario.

Es el tipo de antena más común, se destaca por la ubicación del alimentador, el mismo está posicionado en el centro del foco de la parábola. Todas las ondas inciden paralelamente al eje principal, se reflejan y van a parar al Foco. El Foco está centrado en el paraboloide. Tiene un rendimiento máximo del 60% aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% llega al foco y se aprovecha, el resto no llega al mismo y se pierde debido a que el LNB va montado centralmente, bloquea muchas señales con su propia sombra sobre la superficie de la antena

En la figura 1.5 se observa una antena de foco primario y la forma en que las ondas se reflejan hacia su LNB.

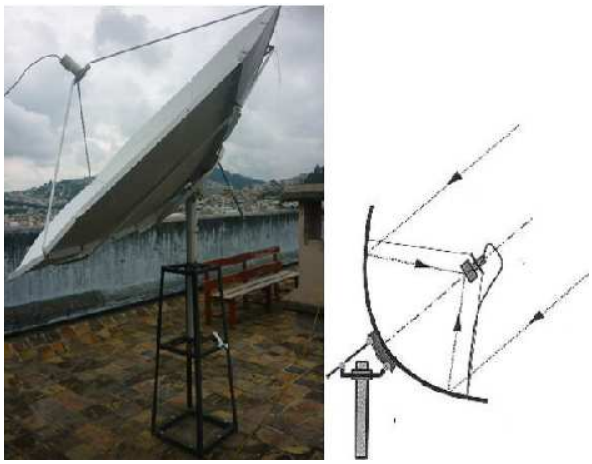


Figura 1. 5 Antena Parabólica tipo foco primario[31].

[29] Angulo de Polarización - http://proyectotd.blogspot.com/2008/05/te-has-perdido.html
[30] Club. El saber electrónica ;TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006
[31] Antena Foco Primario - http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf

1.2.3.2 Cassegrain.

Ésta configuración, posee mayor ganancia que la de foco primario, y es la más popular en las estaciones que cumplen funciones de transmisión y recepción. La configuración está basada en un doble reflector, un principal parabólico y otro secundario hiperbólico, que se coincide con el foco del reflector parabólico.

La unidad de recepción se coloca en el foco del reflector secundario recibiendo las ondas incidentes después de una doble reflexión primero en el reflector principal y después en el secundario.

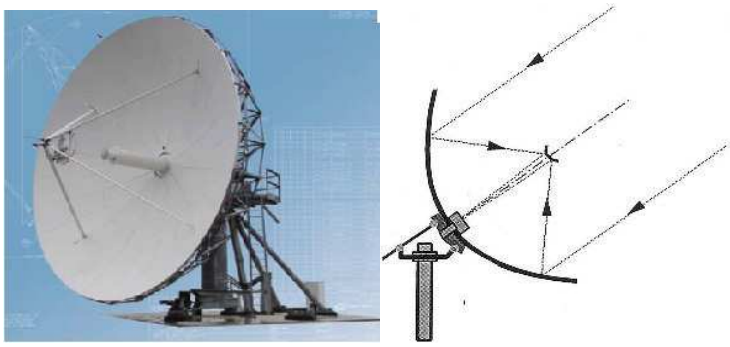


Figura 1. 6 Antena Parabólica tipo Cassegrain[32].

1.2.3.3 Gregoriana.

Su principio de funcionamiento, la doble reflexión, es similar al de la antena tipo Cassegrain la principal diferencia radica en que el reflector secundario es cóncavo en lugar de convexo, esta característica permite que el alimentador y borde del secundario sean objeto de menor radiación por lo que el grado de interferencia es menor.
En la siguiente figura se observa una antena gregoriana y la forma en que las ondas se reflejan hacia su LNB.

[32]AntenaCassegrain - http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf

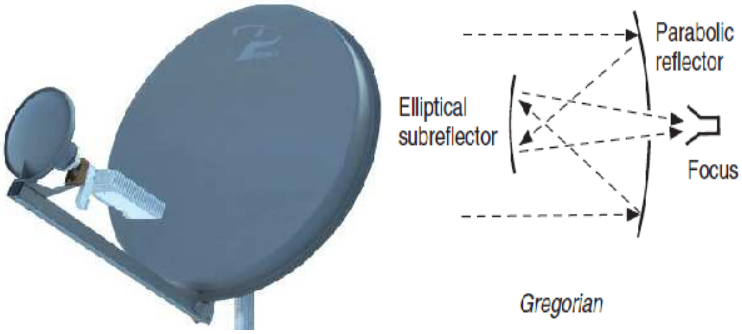


Figura 1. 7 Antena Parabólica tipo Gregoriana[33].

1.2.3.4 Antenas tipo Offset[34] [35].

La unidad de recepción no crea una zona de sombra en la parábola, porque está situada en el punto focal sostenida por un brazo que sale de la parte inferior del reflector. De este modo se puede reducir el tamaño del reflector con respecto a las de foco centrado, para igualdad de ganancia.

Es el tipo de antena parabólica que se utiliza habitualmente para recepción individual y para casos en los que no se necesita grandes diámetros de parábola.

Figura 1. 8 Antena Parabólica tipo Offset[36].

[33]AntenaGregoriana - http://www.satsig.net/patriot-antennas.htm
[34] Club. El saber electrónica ;TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006
[35]Antena Offset- http://es.wikipedia.org/wiki/Offset_%28antena%29

1.2.3.5 Antena multihaz (Multifeed).

Antenas multihaz o también llamadas Multifeed, se define como la construcción de un sistema de recepción de varias señales de satélites a partir de una antena, adaptándola de tal forma que todos los LNBs recepten señales de diferentes satélites por la reflexión de estas en ángulos diferentes, de manera simultánea, optimizando de esta manera la utilización de recursos, tanto en espacio físico como de infraestructura; pueden ser utilizadas para realizar un sistema multi-recepción. Debido a la baja recepción de satélites contiguos en nuestro país es recomendable la utilización de un plato de una relativa mayor dimensión con respecto a los utilizados en los sistemas de recepción satelitales tradicionales, por lo que las construcciones de estos esquemas no son muy frecuentes, además que la acción de calibrar la antena para que cumpla con un nivel de calidad en cada recepción, determina un mayor grado de dificultad así como torna al sistema vulnerable a factores externos.

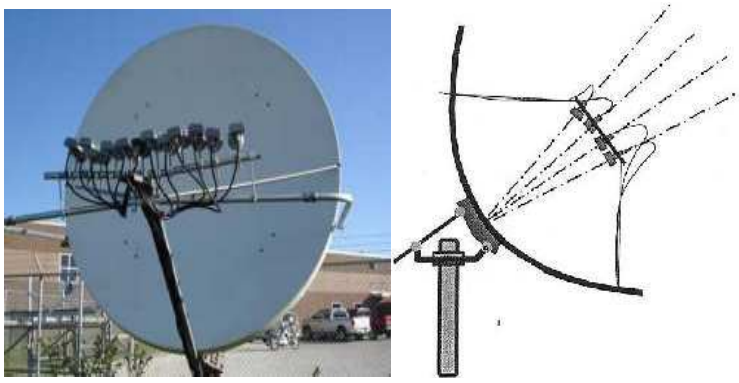


Figura 1. 9 Antena Parabólica Multihaz[37].

Este sistema se basa en que el ángulo de incidencia de las señales es el mismo con el que se reflejan. Para la ubicación del LNB principal se deben considerar factores como el tipo y diámetro de la antena, nivel de señal del satélite, ubicación geográfica de la instalación de la antena con respecto a la órbita geoestacionaria.

Las relaciones geométricas se fundamentan en base a triángulos que se forman a partir de las diferencias entre los ángulos de azimut y elevación entre el satélite de reflexión principal y el

[36]Antena Offset - http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf

[37]Antena Multihaz - http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf

secundario, de tal manera que obtenemos dos triángulos el primero para el azimut y el otro para el ángulo de elevación; cabe resaltar que el punto focal varía dependiendo del diámetro de la antena parabólica dicho parámetro también es fundamental para estas relaciones geométricas.

1.2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.[38]

Para elegir una antena parabólica se deben tener en cuenta una serie de características técnicas:

- Frecuencia.
- Diámetro del reflector.
- Ganancia.
- Rendimiento.
- Relaciones directriz/foco (D/f) y foco/directriz (f/D).
- Angulo de Radiación.
- Lóbulos principales y secundarios de radiación.
- Relación señal/ruido.
- Ruido.
- Ancho de banda.

1.2.4.1 Frecuencia.

Es el rango o banda en la cual opera la antena parabólica, como ya se detalló con anterioridad se tienen principalmente las bandas Ka ,Ku ,C; sin que este hecho implique que se pueda utilizar una antena de banda Ku para receptar señales de satélites que operen en banda C teniendo en cuenta la utilización de los dispositivos indicados para permitir la adaptabilidad como en este caso lo es el Anillo Escalar Cónico y viceversa, también se ha desarrollado recientemente adaptadores para banda Ku en antenas de banda C que se registran en la Figura 1.10.

[38] Club. El saber electrónica ; TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006

a) b)

Figura 1. 10.Tipos de adaptadores(De izquierda a derecha: a) Adaptador de Banda C en antenas Banda Ku[39]y b) Adaptador de Banda Ku para antenas de Banda C[40]).

1.2.4.2 Diámetro del reflector.

El diámetro de una antena parabólica depende del nivel de cobertura o huella del satélite que deseamos captar y del lugar de instalación de esta. Cuanto mayor sea el diámetro de la antena mayor energía se concentrará en el foco, lo que implica mayor ganancia y por lo tanto mejor recepción de señal.

Aunque lo ideal sería tener antenas de gran tamaño, no siempre es lo adecuado, ya que a mayor tamaño mayor costo, y mayor influencia del viento sobre esta, lo que puede causar desajuste en la orientación hacia el satélite, por lo que una buena recomendación es elegir el diámetro de la antena según sus mapas de huella.

En el caso del uso de multi-recepción existen inconvenientes debido a la localización geográfica en la que se encuentra el Ecuador, la mayoría de satélites están muy distantes unos de otros con respecto a su posición geográfica lo que involucra la utilización de un tamaño relativamente mayor comparado al caso de una recepción simple.

1.2.4.3 Ganancia.

[39]Adaptadores de Banda C para antenas de Banda Ku - http://tvsatplus.com/accesorios.htm

[40]Adaptadores de Banda Ku para antenas de Banda C - http://ftapinamar.blogspot.com/2010/11/lnb-ku-en-antena-banda-c.html

La ganancia de una antena parabólica indica la cantidad de señal captada que se concentra en el alimentador. La ganancia del reflector se expresa en dB y la misma depende de:

- Diámetro del plato.
- La exactitud geométrica del reflector (Detalles de forma de la paraboloide que permita una reflexión óptima y por ende se manifestará en un aumento de ganancia).
- Frecuencia de operación.

1.2.4.4 Rendimiento.

Se define como rendimiento de una antena parabólica a la relación entre la cantidad de energía incidente en el reflector y la concentrada en el foco.
El rendimiento está determinado por:

- El alimentador.
- Desviaciones mecánicas que puede sufrir el reflector con relación a la parábola perfecta.

1.2.4.5 Relaciones D/f y f/D.

Para conseguir un rendimiento alto, es necesario que el perfil del reflector se acerque lo máximo posible a la parábola, para que esto se cumpla debe existir una relación exacta entre el diámetro, el foco y la profundidad del reflector parabólico, de esta relación surgen los parámetros de D/f y f/D, pues estos parámetros están estrechamente relacionados entre sí.

1.2.4.6 Ángulo de Radiación.

Es el ángulo que puede desplazarse la antena con respecto a la dirección exacta hacia el satélite hasta que la señal sufra una atenuación de 3dB, es decir que la señal captada por la antena tenga

al menos el 50% de potencia, dicho márgenes o puntos (Puntos de Media Potencia[41]) forman una zona donde se optimiza el rendimiento de la antena.

1.2.4.7 Lóbulos principales y secundarios.

Se denomina lóbulo de radiación principal al espacio donde pueda captar energía una antena sin que su ganancia caiga más de 3dB, su representación es mediante coordenadas polares, de la ganancia de la antena en función del ángulo que forma el eje de la misma con el satélite.

El diagrama de radiación de una antena suele presentar:

- **Lóbulo principal:** Es de mayor tamaño y alcanza el circulo de coordenadas polares correspondientes a 0dB, es decir no representa atenuación alguna de la señal.

- **Eje lóbulo secundario:** También llamados lóbulos laterales determinan la capacidad de una antena parabólica para captar radiaciones que le llegan fuera de su eje.

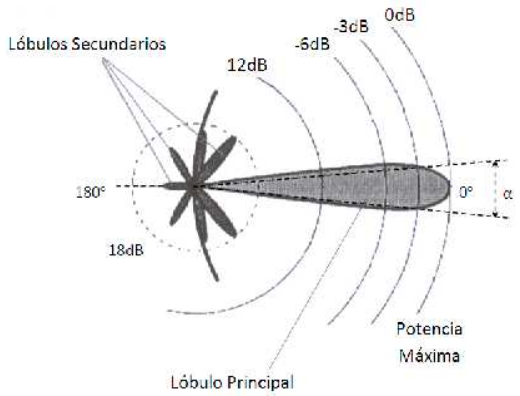


Figura 1. 11 Lóbulos primario y secundario de radiacion de una antena parabólica [42].

[41] Puntos de Media Potencia: Puntos en los cuales el rendimiento de un dispositivo disminuye en un valor de 3dB lo cual nominalmente indica un descenso de 50% en su rendimiento.

[42]Lóbulos primario y secundario de radiacion - TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV

1.2.4.8 Relación Señal /Ruido[43].

Es la diferencia en dB entre el nivel de señal útil, y el nivel de ruido. Es una medida del nivel de calidad de la señal.

1.2.4.9 Ruido.

Tanto el ruido de medio ambiente como en el espacio exterior puede ser captado por una antena parabólica. Los fenómenos naturales como artificiales, originan señales de ruido.

1.2.4.10 Ancho de Banda.

El ancho de banda de una antena parabólica indica la banda de frecuencias para las que está diseñada la antena. Es un dato que debe ser proporcionado por el fabricante del reflector parabólico.

1.2.5 GEOMETRÍA DE UNA ANTENA OFFSET[44] [45].

Las señales emitidas por los satélites que llegan al plato son muy tenues, esto hace que se deba captar la mayor energía posible y concentrarla en un solo punto, donde se encuentra el foco de la antena, esto se consigue mediante un reflector parabólico, ya que en ella, cualquier punto P que está a igual distancia de un punto f (foco) situado en el eje x, a partir de un punto D situado en la perpendicular de una línea recta paralela al eje y (que se denomina directriz), como se puede ver en la Figura 1.12.

[43] Relación Señal /Ruido- http://www.irco.net/catalogo/esp/pdf/APTEC-Se%C3%B1alRuidoesp.pdf
[44] Club. El saber electrónica ; TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006
[45] B.G. Evans; SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS; The Institution of Engineering and Technology; Londres; 2008

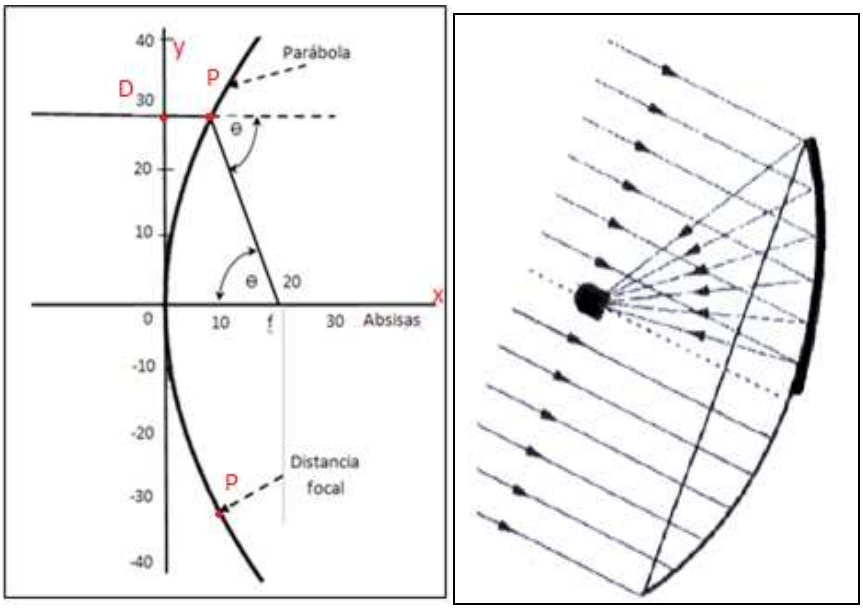


Figura 1. 12 Diagrama geométrico de una antena Offset [46].

En una parábola, toda línea paralela al eje x, que incide sobre un punto de ésta, se desvía hacia el foco f con un ángulo Θ, que geométricamente se demuestra que es igual a Θ`. De este modo se deduce que si el eje x de la parábola se apunta hacia un punto del espacio, todas las radiaciones que procedan de este punto sean paralelas al eje x, se desviarán hacia el foco f. como se muestra en la figura 1.13.

Las antenas parabólicas tipo offset son un sector de un paraboloide[47] de forma oval y asimétrica. El punto focal no está montado en el centro del plato, por esta razón son llamadas antenas de foco desplazado, de esta manera la trayectoria de la onda que incide en el plato no es obstruida ni por el alimentador o por los soportes que lo fijan en el punto focal, como efecto teniendo una mayor ganancia que una antena de foco primario, de igual diámetro, donde la ganancia aumenta del 50% inicial de una antena de foco primario y llegando a alcanzar ganancias que varían entre un rango de 55% a 75%.

[46]Geometría antena Offset - http://anakarinaw.wordpress.com/
[47]Paraboloide : Superficie tridimensional curva, o sólido formado por una parábola alrededor de su eje.

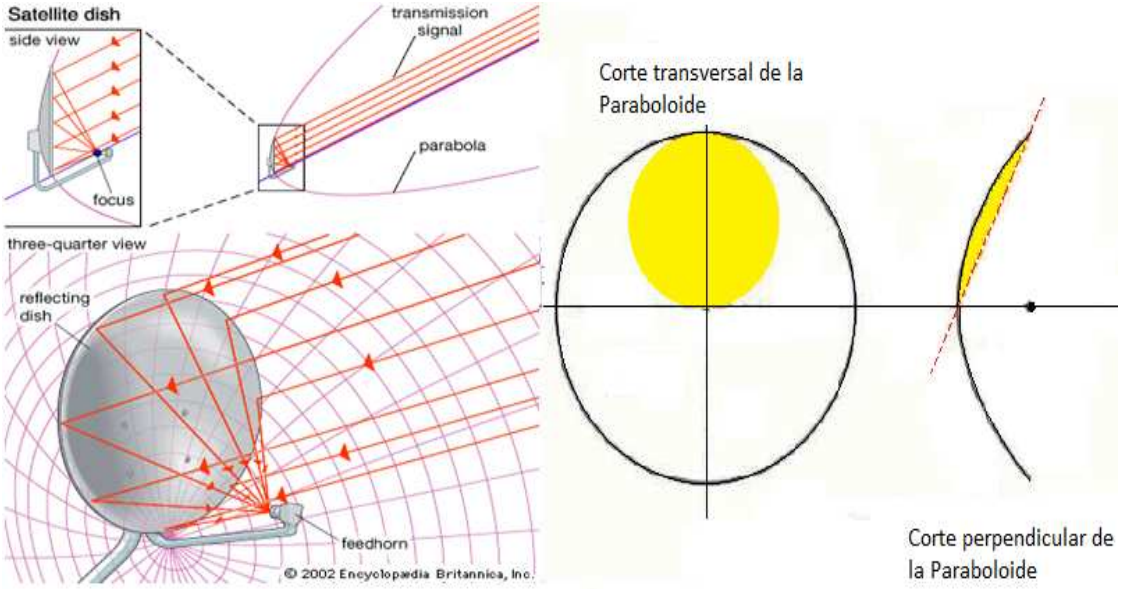


Figura 1. 13 Punto focal en una antena Offset [48].

1.3 LNB (LOW NOISE BLOCK)[49].

1.3.1 INTRODUCCIÓN.

En una antena parabólica existe una unidad exterior que es un dispositivo que se instala en el foco del reflector parabólico, sujeto aun porta alimentador y cuya finalidad es tomar la señal captada por la parábola y convertirla en una frecuencia intermedia cuyo valor dependerá de la frecuencia en la que se esté operando.

La unidad exterior se compone de dos partes:

- El alimentador, también llamado iluminador.

[48]Punto focal en una antena Offset - http://ftapinamar.blogspot.com/2010_12_01_archive.html
[49] Club. El saber electrónica ; TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006

- El LNB (Low Noise Block) o amplificadores de bajo ruido, también llamado conversor.

El alimentador recoge la señal captada por el plato para conducirla adecuadamente hacia el LNB, luego se amplifica la señal que le suministra el alimentador y la convierte en una frecuencia más baja, denominada frecuencia intermedia (FI), para que pueda ser transportada por el medio de transmisión.

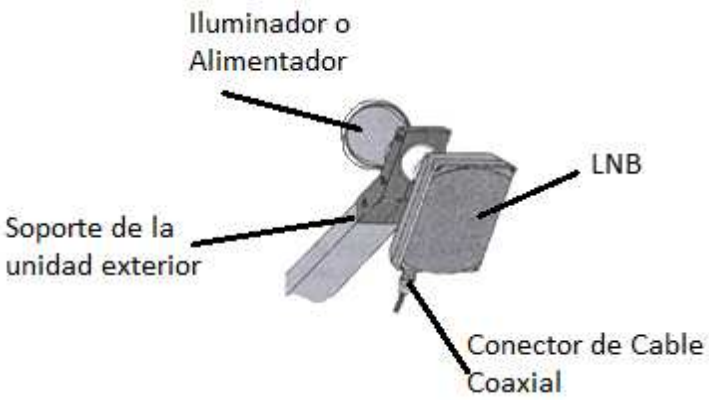


Figura 1. 14 Componentes de la unidad exterior [50]

Las partes que constituyen al LNB son:

- **Amplificador de bajo ruido (LNA):** Es una parte del LNB, concretamente amplifica la señal de radiofrecuencia captada.

- **Conversor:** Es la parte del LNB que convierte la frecuencia captada por la antena en una frecuencia de valor más bajo.

1.3.2 TIPOS DE LNBs SEGÚN SU DISEÑO[51].

[50]Componentes de una unidad exterior - http://www.ftachile.com/foro/showthread.php?243-Componentes-LNB
[51]Tipos de lnbs según su diseño - http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/que_es_un_lnb.pdf

Hay diferentes tipos de diseños para propósitos diferentes. La tabla 1.3 lista los LNB más comunes:

Tipo	Conexiones	Montaje Fijo	Multifeed
LNB Simple	Un receptor	Un satélite	si
LNB Twin	Dos receptores	Un satélite	si
LNB Quad	Cuatro receptores	Un satélite	si
LNB Quattro	Múltiples usuarios	Un satélite	si
LNB Octo	Ocho receptores	Un satélite	si
Monobloque 2	Dos receptores	Dos satélites	si
Monobloque 4	Cuatro receptores	Dos satélites	si
Monobloque 8	Ocho receptores	Dos satélites	si

Tabla 1. 3 Cuadro comparativo de los Tipos de LNBs según su diseño[52].

1.3.2.1 LNBs Simples.

Los LNBs simples son convenientes para la recepción individual, son los más comunes y se los puede encontrar en banda C y Ku. Un solo LNB en combinación con un motor para el plato permite recibir señales de cualquier número de satélites, con el inconveniente del tiempo que se tiene que esperar hasta que la antena se haya movido a la posición correcta al seleccionar un canal de un satélite diferente (es decir al que actualmente no se está apuntando).

Figura 1. 15 LNB Universal Simple [53].

1.3.2.2 LNBs Twin, Quad y Octo.

[52] Cuadro comparativo de los tipos de LNBs según su diseño -http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/

[53]LNBs Simples - http://www.ftachile.com/foro/showthread.php?243-Componentes-LNB

Los LNBs Twin, Quad y Octo están pensados para soportar dos, cuatro u ocho receptores respectivamente. Cada uno de estos receptores se conecta al LNB con un segmento individual de cable, permitiendo de esta manera recibir así las señales independientemente. Se pueden encontrar LNBs Twin para banda C, pero no es común encontrar Quad ni Octo para esta banda.

Figura 1. 16 LNB Smart Titanium Quad Universal[54].

1.3.2.3 LNB Quattro.

Un LNB Quattro entrega como salida las cuatro posibles configuraciones de señal (horizontal/vertical y bandas alta/baja) simultáneamente y no es conveniente para ser conectado directamente a un receptor. La Banda baja está comprendida entre 10.7 y 11.7 GHz mientras que la banda alta entre 11.7 y 12.75 GHz. No es común este tipo de LNB para banda C; comúnmente la distribución de las salidas es la siguiente:

Salida 1 - Banda Baja Vertical.
Salida 2 - Banda Baja Horizontal.
Salida 3 - Banda Alta Vertical.
Salida 4 - Banda Alta Horizontal.

[54]LNBs Twin, Quad y Octo - http://www.donsatelite.es/products/LNB-Smart-Titanium-Quad-Universal-0.1dB.html

Figura1.17 LNB Smart Titanium Quattro[55].

1.3.2.4 LNB monoblock.

El LNB monoblock es el tipo de LNB que resulta la solución más simple para lograr la multi-recepción para dos satélites con una sola antena. Este diseño consiste en dos LNBs independientes montados en una sola pieza, sin embargo, por lo general sólo están disponibles para satélites con una separación fija de 3 o 6 grados. En Europa, por ejemplo, existen los LNBs monoblock sencillos, Twin y Quad para la banda Ku que tienen un espacio predefinido de 6 grados (para Astra1/Hotbird o Astra2/Astra3a, por ejemplo).

Figura 1. 18 MonoBlock LNB de 4º de separacion[56].

[55]LNB Quattro- http://www.donsatelite.es/products/LNB-Smart-Titanium-Quad-Universal-0.1dB.html
[56]LNB Quattro- http://www.goldwafers.com/cart/0.2dB-4-Degree-MonoBlock-LNB-for-Hotbird-13e-and-Eurobird-9e.html

1.3.2.5 LNB Dual Band.

Este tipo LNB está en la capacidad de captar señales tanto de banda la C y Ku, por lo que posee un Disecq[57] integrado para conmutar entre Banda C y Ku. Este tipo de LNB es ideal para experimentar entre satélites que transmiten en diferentes bandas de frecuencias.

Figura 1. 19.LNB Dual Band[58].

1.3.3 TIPOS DE LNBs SEGÚN SU BANDA DE OPERACIÓN[59].

1.3.3.1 LNB para Banda Ku[60].

La banda Ku comprende Tres bandas de frecuencias de 10.9 a 12.75 GHz:

- Banda DSS[61] 12.2-12.7 GHz (Banda Alta).
- Banda FSS[62] 11.7-12.2 GHz (Banda Alta).

[57] DiseqC: Digital Satellite Equipment Control) es un protocolo especial de comunicaciones para ser utilizado entre un receptor de satélite y un dispositivo como un conmutador multi-antena.

[58]LNB Dual Band.-http://www.tradekey.com/product_view/id/1974293.htm

[59]TIPOS DE LNBs SEGÚN SU BANDA DE OPERACIÓN. http://www.dtforum.net

[60] LNB Banda Ku - http://ftabeta.com/ayuda-en-espa%F1ol/17620-tipos-de-lnb-para-que-sepa-como-usarlo-e-ideas-multiples.html.

- Banda Baja 10.7-11.95 GHz (FTA[63]).

Existen 3 tipos de LNB, unos para captar DSS, otros que toman la banda FSS y otros que toman todas las frecuencias de Banda Ku.

Se describen cada uno a continuación:

1.3.3.1.1 LNB DSS (STANDAR).

La banda está autorizada para su uso en América del Norte, operan desde 12.2 hasta 12.7 GHz, y su polaridad es circular. Este tipo de LNBs son utilizados por ejemplo para Dish Network o Directv. Las especificaciones de estos LNBs son:

- Frecuencia de entrada: 12.2 a 12.7 GHz.
- Polarización circular: L, R, (Left y Right).
- Frecuencia de oscilador [64]=11250 MHz.

Figura 1. 20 LNB para banda Ku DSS (Royal) [65].

1.3.3.1.2 LNB FSS (STANDAR).

[61]DSS - Digital Satellite Service.
[62]FSS - Banda FSS (Fixed Satellite System).
[63]FTA=Free to air (Libre al Aire) Canales que no tienen ningún costo ni suscripción.
[64]Frecuencia de oscilador: frecuencia que permite sintonizar el LNB de acuerdo a las especificaciones del oscilador local y de las señales de receptadas.

La frecuencia de operación va desde 10.7-12.7 GHz y la polaridad es lineal. Este tipo de LNBs, son aptos para captar toda la banda media de frecuencias tanto canales codificados como algunos canales FTA, es utilizado por operadoras como Dish Network.

- Frecuencia de entrada: 11.7 – 12.2 GHz (Toda la Banda media FSS de Frecuencias)
- Polarización Lineal: H, V, (Horizontal y Vertical).
- Frecuencia de oscilador = 10 600 MHz.

Figura 1. 21 LNB para banda Ku FSS [66].

1.3.3.1.3 LNB FSS&DSS (UNIVERSAL).

Este tipo de LNBs cubren toda la gama de frecuencias de la banda Ku desde10.70 hasta 12.75 GHZ, además de tener polaridad lineal utilizado por operadoras como telefónica en Colombia o Cable mágico en Perú.

Figura 1. 22 LNB Universal (DMS International)[67].

---

[65]LNB para banda Ku DSS (Royal) - http://royalplussupplies.com/rpl_LNB.html
[66]LNB para banda Ku FSS -http://www.shop4fta.com/linear-dual-lnbf.php

[67]LNB Universal - http://www.quebarato.co.ve/lnb-universal-banda-ku-dms-international-para-fta__6B2630.html

Sus principales características son:

- Frecuencia de entrada General 10.7-12.75 GHz.
- Polarización Lineal: H, V, (Horizontal y Vertical).
- Con 22Khz OFF = 10.7-11.95 GHz Oscilador 9750 MHz.
- Con 22Khz ON = 11.6-12.76 GHz Oscilador 10600 MHz.

1.3.3.2 LNB para banda C.

Otro tipo de LNB, son los de banda C, que al igual que la banda Ku puede ser lineal o circular, cuando la señal a recibir es circular, se debe agregar un dieléctrico dentro de la guía de onda.

Sus principales características son:

- Frecuencia de entrada General 3400-4200 MHz.
- Banda C: Frecuencia de Oscilador Local 5150 MHz.

Figura 1. 23 LNB para banda C (DMS Intrenational)[68].

1.4 IRD (INTEGRATED RECIEVER DECODER).

[68] LNB banda C - http://www.mayortec.com.mx/index.php?main_page=product_info&products_id=228

El IRD es el elemento necesario para convertir la señal digital procedente del satélite en una de naturaleza compatible con los receptores de TV analógica convencionales.

Las funciones del IRD son:

- Realizar un control de errores provenientes de la señal captada del satélite.
- Controlar el acceso del usuario a programas y servicios en función de un sistema de claves que permite la decodificación de la señal.
- Realizar inteligible la señal de vídeo y audio mediante el desenmascaramiento (descrambling).

1.4.1 TIPOS DE IRD[69]

Existen 3 tipos de receptores: FTA, CA y CI.

1.4.1.1 FTA "Free to air".

En otras palabras se trata simplemente de receptores capaces de captar señales abiertas de televisión/radio que son emitidas por medio de satélites a través de canales de libre acceso, cabe resaltar que este tipo de operación no es ilegal.

1.4.1.2 CA (Acceso Condicionado)

Este tipo de receptores captan las señales FTA (generalmente) y señales encriptadas. Para la recepción de dichas señales es necesario estar suscrito al servicio (por ejemplo DirecTV, Dish

[69]Tipos de receptores IRD - http://www.somnius.blogspot.com/

Network), y contar con la tarjeta chip que contiene los módulos y códigos de desencriptación/autenticación.

Figura 1. 24 IRD FTA comercial (Az box BRAVO) [70].

1.4.1.3 CI (Interfaz Común).

Son receptores similares a los CA pero más versátiles en el sentido que permiten desencriptar varios, sino todos, los tipos de algoritmos. Poseen un slot PCMCIA donde se introduce un módulo CAM (Conditional Access Module) que permite la lectura de la tarjeta correspondiente. Así pues existen CAMs para cada uno de los algoritmos de encriptación, y se deberá adquirir el módulo adecuado para desencriptar las señales del sistema suscrito.

Algunos de estos receptores vienen con más de un slot PCMCIA, por lo que pueden introducirse al menos 2 módulos CAM. Esto evita tener que cambiar el módulo si se quiere recibir señales bajo otro tipo de encriptación.

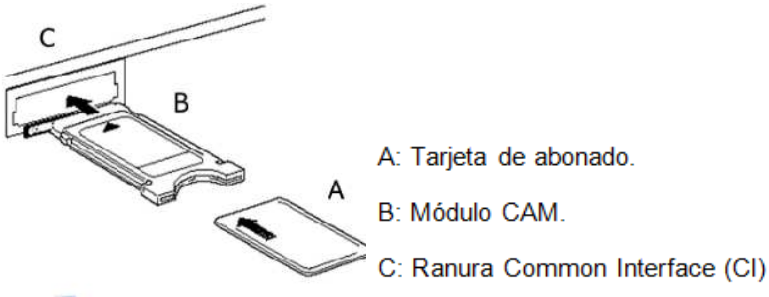


Figura 1. 25 **CI ranura de interfaz común**[71]**.**

[70] IRD comercial - http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/10623480/Azbox-NEWGEN-con-dongle-interno_guia.html

[71] CI (Interfaz Común)-http://www.adslzone.tv

1.5 TELEVISIÓN SATELITAL DIGITAL[72].

1.5.1 INTRODUCCIÓN[73].

La televisión análoga en un principio y posteriormente la digital encontraron en las comunicaciones por satélite la plataforma ideal para transmitir dicho servicio, teniendo como principal ventaja la gran cobertura geográfica que tiene un satélite de comunicaciones, sin embargo debido a los altos costos requeridos para la puesta del repetidor en órbita como también a los gastos de operación y mantenimiento, esto conlleva a que el modelo de negocios no solo se base en la publicidad como lo hace la televisión terrestre, sino que además usa la suscripción como medio adicional para su financiamiento.

Los satélites utilizados para este servicio se encuentran en la órbita geoestacionaria, este hecho es fundamental, ya que al estar el repetidor en esta órbita hace posible que tanto el emisor como el receptor estén en una posición fija sin tener que variarla con el transcurso del tiempo. La Televisión Digital vía Satélite es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla a una amplia zona geográfica por medio de satélites de comunicaciones, en contraste con la televisión terrestre, cuyas ondas no salen de la atmósfera, o la televisión por cable, basada en la transmisión a través de redes de fibra óptica y cable coaxial.
El estándar utilizado en la región donde se encuentra el Ecuador, para la transmisión de Televisión Digital vía Satélite, es el DVB-S[74] (Digital *Video Broadcasting - Satellite*) y DVB-S2[75] (Digital Video Broadcasting - Satellite 2 Version).

Una condicionante en el uso de la órbita geoestacionaria es su capacidad limitada debido a que se debe evitar las interferencias que se pueden suscitar entre los satélites.

---

[72] FEIJOO IVAN, Estudio comparativo y panorama futuro de las plataformas de transmisión de televisión digital", EPN, 2011.

[73] CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA TELEVISIÓN SATELITAL DIGITAL - http://www.televisiondigital.es/satelite/paginas/tvsatelite.aspx

[74] DVB-S-Digital Video Broadcasting by Satellite.

[75] DVB-S2-Digital Video Broadcasting by Satellite 2 Version.

1.5.2 PROCESO DE TRANSMISIÓN UTILIZADO EN LA TELEVISIÓN SATELITAL.

El proceso de transmisión indicado en la figura 2.1 da inicio cuando la estación emisora envía la señal previamente modulada a una frecuencia determinada con dirección de un satélite de comunicaciones, este a su vez en el espacio recibe la señal a través de uno de los traspondedores que se encuentra sintonizado a la frecuencia usada por la emisora.

El número de traspondedores en un satélite varía dependiendo de la banda de operación así tenemos comúnmente en banda C un número de 24 transpondedores mientras que en banda Ku se llega a los 32 transpondedores y su ancho de banda común varía entre 27 MHz y 50 MHz .

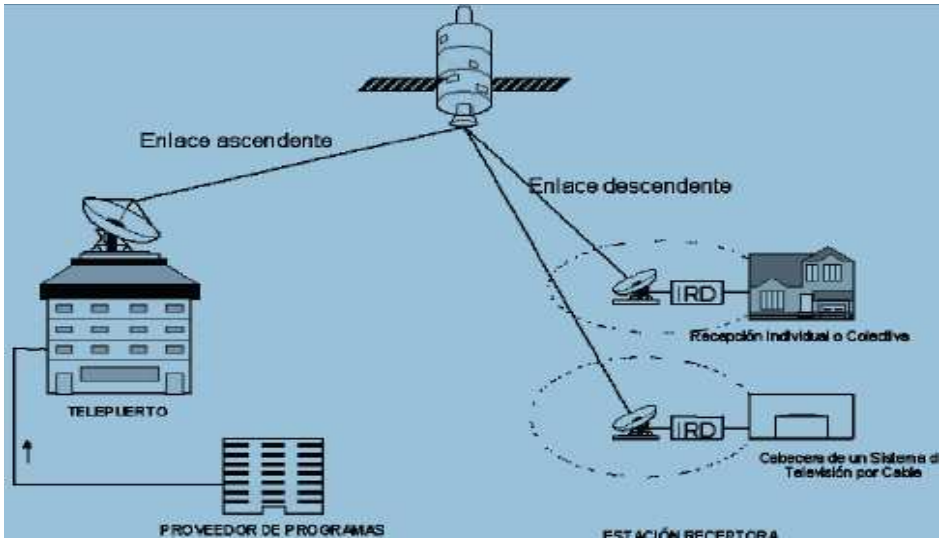


Figura 1. 26 **Esquema de un sistema de televisión satelital[76].**

En la siguiente etapa del proceso el satélite retransmite la señal hacia la superficie terrestre con una frecuencia diferente para evitar la interferencia con la señal proveniente de la emisora. Esta señal por el gran recorrido que hace es muy debilitada por lo cual se requiere una antena de gran ganancia como la que se indica en la figura 1.27 y de amplificadores con niveles altos de ganancia.

[76] Esquema de un sistema de televisión Satelital - FEIJOO IVAN, Estudio comparativo y panorama futuro de las plataformas de transmisión de televisión digital", EPN, 2011.

Figura 1. 27 **Esquema de un sistema de televisión satelital[77].**

En la parte final del proceso el receptor procede a la demodulación y realiza una conversión dependiendo del formato requerido.

1.5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TELEVISIÓN SATELITAL FRENTE A OTRAS TECNOLOGIAS Y PLATAFORMAS.

Ventajas.

- La ventaja más importante y significativa de la televisión satelital es su gran cobertura geográfica que permite llegar a lugares inaccesibles para otras tecnologías.

- Otra ventaja es la amplitud de banda que ofrece la televisión satelital, la cual, al contar con varios transpondedores de capacidades en el rango de 27 a 50 MHz, es ampliamente superior a otras tecnologías como la televisión terrestre en donde el ancho de banda asignado para este servicio es ampliamente superior; mientras que con la tecnología de la transmisión por cable presenta una capacidad comparable.

[77] Antena tipo offset usada en recepción de televisión satelital - http://www.iacaro.com/fta.html

- En la actualidad la interactividad de la televisión satelital tiene una ligera ventaja sobre la televisión terrestre y por cable, debido a que ciertas operaciones como acceso a programas PPV[78] así como para validación de cuentas y usuarios.

Desventajas.

- La desventaja más relevante es el alto costo que implica la implementación de este tipo de tecnología, esto la ha transformado en la tecnología más costosa de obtener. Una solución para este elevado precio es la masificación del servicio.

- La portabilidad también implica un gran inconveniente ya que la televisión terrestre y por cable de una u otra forma ofrece un mayor nivel de este parámetro, esta desventaja ha tratado de ser mitigada en parte con la comercialización de kits prepago de televisión satelital que le dan cierto nivel de portabilidad.

- De igual forma que el parámetro anterior la movilidad representa un problema para la tecnología satelital, ya que se requiere una constante calibración de la antena en su orientación que lo vuelve poco viable.

[78]PPV – Pay Per View : es una modalidad servicio de transmisión de algún evento en la que el abonado paga por los eventos individuales que desea ver.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros y Tutoriales.

- **EVANS B.G.**; SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS; The Institution of Engineering and Technology; Londres; 2008
- **FLORES, Fernando;** "COMUNICACIONES SATELITALES"; EPN, 2009.
- **EGAS, Carlos;** "COMUNICACIONES SATELITALES" ; EPN, 2009.
- **CLUB. EL SABER ELECTRÓNICA**; "TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV" ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006
- **Carlos Rosado** ; COMUNICACIONES POR SATÉLITE ; Ahciet; 2000

Páginas de Internet.

- http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_artificial
- http://www.cantv.com.ve/seccion.asp
- http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882
- http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882
- http://www.ea1uro.com/proteccioncivil/vdm028.htm
- http://www.kalipedia.com/informatica/tema /graficos-disposicion-orbitas-diferentes
- http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf
- http://ftapinamar.blogspot.com/2010/12/ calcular-la-distancia-al-segundo-lnb.html
- http://anakarinaw.wordpress.com/
- http://formacion.plcmadrid.es/descargas /docs/que_es_un_lnb. pdf
- http://www.mayortec.com.mx/index.php?main_page=product_info&products_id=228

CAPÍTULO II.

2. MONTAJES Y PRUEBAS.

En este capítulo se realizará una descripción de las partes estructurales del sistema: antena parabólica tipo offset, estructura para el soporte de los LNBs; de los cuales se especificarán sus características más sobresalientes. Además se describirán los métodos de instalación, los montajes y adaptaciones realizados en la antena para lograr la multi-recepción así como las pruebas de funcionamiento del sistema.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ANTENA UTILIZADA.

La antena utilizada en el presente proyecto es una antena parabólica marca Prodelin con ciertas adaptaciones realizadas previas a la adquisición de la misma, especialmente en su base; con la excepción de "rompe vientos", implementados posteriormente a la compra. La selección de esta antena como parte del presente proyecto toma base en los siguientes criterios:

- Capacidad de adaptación del modelo de la antena para un sistema multi-recepción.
- Alta ganancia provista por el plato reflector.
- Estabilidad a condiciones climáticas propias del ambiente (lluvia, viento, etc.).
- Escalabilidad y funcionalidad.
- Oportunidad de mercado.

2.1.1 ADAPTACIONES REALIZADAS A LA ANTENA.

El modelo de la antena original instalada destaca dos adaptaciones principales en el sistema de base-mástil y en los brazos que sostienen el LNB, dichos cambios estructurales no implican una disminución en sus características de rendimiento con los que inicialmente fue concebida. En la figura 2.1 se presenta la adaptación del sistema de base-mástil, donde la principal modificación es la inserción de dos "rompe vientos", los mismos le permiten a la antena tener un mayor apoyo en la superficie lo cual se traduce en una mayor estabilidad para toda la base reduciendo las vibraciones que se pueden presentar en el plato reflector debido a factores externos como el viento y las condiciones climáticas.

Figura 2. 1 Adaptaciones realizadas en el sistema de base-mástil de la antena.

2.1.2 DIMENSIONES Y MODOS DE OPERACIÓN DE LA ANTENA.

Las dimensiones tanto del plato reflector como de la antena se exponen a continuación en la figura 2.2.

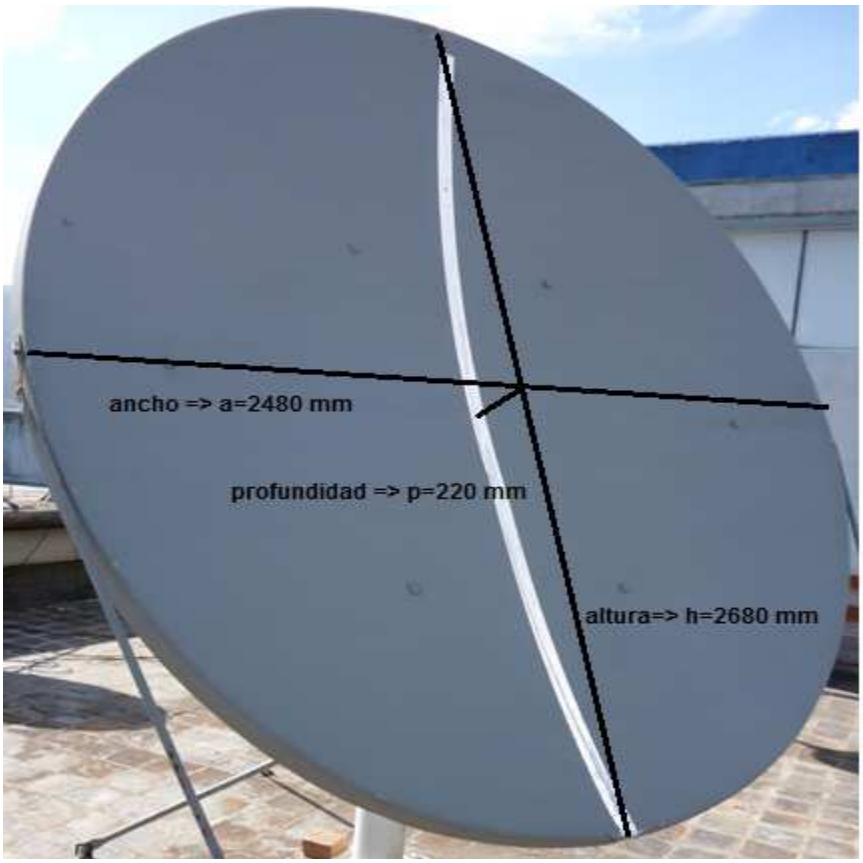


Figura 2. 2 *Dimensiones de la antena utilizada.*

Para la operación y manipulación de la orientación de la antena la misma viene provista de un sistema mecánico en base a un tornillo sin fin para la calibración del ángulo de Elevación, mientras que para el Azimut se dispone de dos estribos que permiten el movimiento en este sentido.

A continuación en las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se presenta los sistemas de operación descritos previamente.

Figura 2. 3 Vista Lateral del sistema de calibración del ángulo de elevación.

Figura 2. 4 Vista Superior del sistema de calibración del ángulo de elevación.

Figura 2. 5 Vista lateral del sistema de calibración del ángulo de Azimut de la antena.

2.1.3 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LA ANTENA.

Cada fabricante facilita instrucciones de montaje detalladas que se ajustan a los requerimientos de calidad y funcionamiento de cada modelo en particular, sin embargo la instalación de la antena utilizada en el presente proyecto se la puede dividir en tres fases complementarias una a la otra.

- Ensamblaje del plato reflector.
- Instalación del sistema base-mástil y las piezas de fijación.
- Montaje del plato parabólico con el sistema base-mástil y las piezas de fijación.

2.1.3.1 Ensamblaje de las partes de la parábola.

Se procede a ensamblar los 2 pétalos que conforman el plato sobre una superficie plana por facilidad y seguridad en el ensamblaje se recomienda la colocación “boca abajo” del plato reflector, en el datasheet de la antena Prodelin (Anexo 1) se provee los diámetros y características de los tornillos y pernos correspondientes a la instalación, así como la guía para la colocación de los mismos para el ensamblaje del plato reflector.

Figura 2. 6 Plato reflector de la antena.

2.1.3.2 Ensamblaje del sistema Base-Mástil y las piezas de fijación

Se ensambla en primera instancia la base a la superficie teniendo en cuenta la regularidad de la misma, por lo cual se puede recurrir a la construcción previa a la instalación de una loseta, para que el mástil así como el plato no tengan ningún tipo de fluctuación ajena a su movimiento normal; de ser el caso y no tener un nivel óptimo de las mencionadas características se puede utilizar, como en el presente proyecto, sistemas auxiliares y complementarios para la base como son los “rompe vientos” implementados en esta instalación, que implican una disminución sustancial de los efectos en especial las vibraciones producto de condiciones climáticas como el viento y la lluvia.

El siguiente paso es la instalación del mástil teniendo como partes del mismo el sub-sistema de rotación del plato que permite el movimiento del ángulo de azimut, esta va directamente sujeta a la base como se muestra en la figura 2.7.

Figura 2. 7 Sub-Sistema de rotación.

A continuación se procede a ensamblar de la estructura que sostendrá al plato reflector hacia el mástil sobre la base, para lo cual se recomienda el uso de un nivel o inclinómetro ya que el ángulo requerido en la unión de estas dos partes debe ser de 0º.

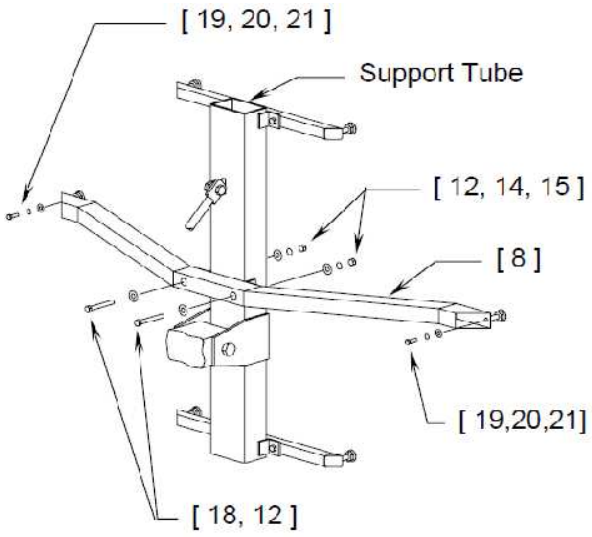


Figura 2. 8 Estructura de soporte para el plato reflector sobre el mástil.

2.1.3.3 Acoplamiento de la parábola al sistema Base-Mástil y las piezas de fijación.

Una vez que se completan las 2 fases anteriores como etapa final de la instalación se procede montar el plato reflector sobre la estructura formada por la base, el mástil y las piezas de fijación; en el Anexo 1 nuevamente se muestra los diámetros y características necesarias para los diferentes pernos, tornillos y tuercas necesarios para esta instalación.

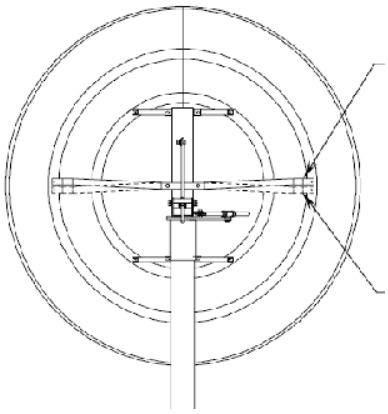


Figura 2. 9 Acoplamiento del plato reflector con la estructura previamente armada según el Datasheet del fabricante.

Figura 2. 10 Acoplamiento final del plato reflector con el sistema Base-Mástil.

Al final con la estructura prácticamente terminada tan solo resta fijar el brazo de offset y montar la cabeza de recepción donde se ubicará el LNB, para este fin procedemos en primera instancia a instalar los dos brazos laterales y posterior mente el brazo central que sostendrá al LNB, como indica la figura 2.11.

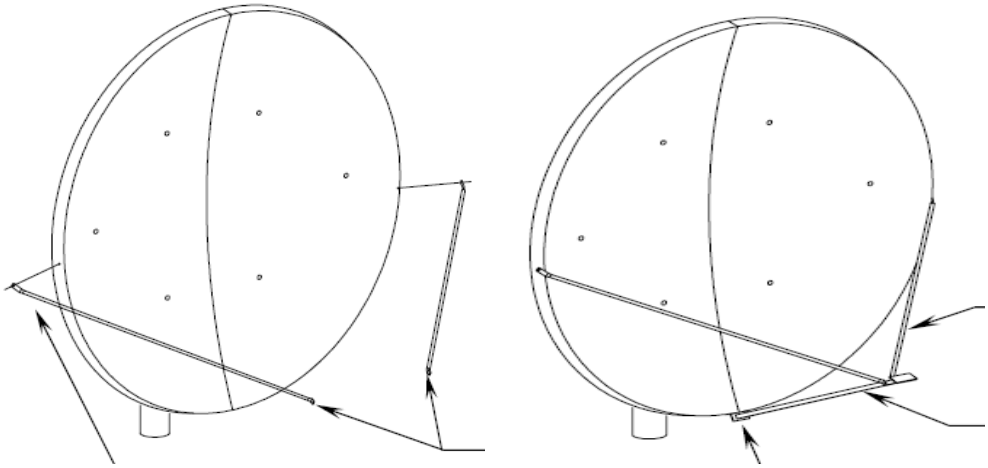


Figura 2. 11 *Instalación de los brazos soporte para la ubicación del LNB.*

Figura 2. 12 *Antena instalada y operativa.*

Figura 2. 13 *Visión posterior de la antena instalada.*

2.2 CÁLCULOS PREVIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA MULTI-RECEPCIÓN.

Al actuar el plato reflector como un espejo, forma una imagen invertida de los satélites en una línea curva en la región central de la parábola cortándola verticalmente.

Los alimentadores deben ser separados para satisfacer las condiciones de azimut y la elevación de cada satélite, señalando las diferencias de ángulo, con respecto al que se coloca como base; el principio es el mismo tanto para una antena offset como para una de foco central, en el siguiente grafico podemos apreciar que la señal recibida en los distintos LNB (1 y 2) son diferentes debido a que la señal del segundo satélite no es normal a la antena y la señal disminuye en proporción al ángulo de diferencia entre los dos satélites, por esto es importante que, cuando se implemente un sistema multi-recepción el satélite primario sea el de señal más débil y que el ángulo de separación entre los satélites no sea considerable.

Una desventaja del uso de multi-recepción es la ubicación geográfica del Ecuador, ya que la mayoría de satélites están muy distantes unos de otros en relación a su posición orbital lo que

involucra que en muchos de los casos se debe usar antenas de dimensiones mayores a las que normalmente se usa para un sistema satelital común.

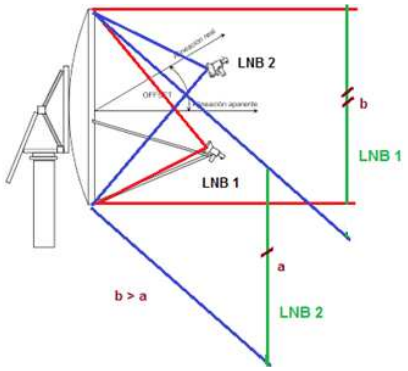


Figura 2. 14 *Principio de funcionamiento de multi-recepción.*

2.2.1 CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE AZIMUT ELEVACIÓN Y SKEW.

Para el cálculo del azimut se consideró la posición geográfica del Ecuador, ya que el valor de esta puede ser positivo o negativo dependiendo de la referencia, que es el Norte para el hemisferio Sur y viceversa. Para el cálculo tanto del azimut como la elevación se deberá conocer previamente la Latitud y Longitud del sitio de emplazamiento de la antena y la longitud (posición orbital) del satélite.

$$Azimut = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\left(LONG_{estación} - LONG_{satélite}\right)}{sen\left(LAT_{estación}\right)}\right) \quad \text{(Ec.1)}$$

$$\Theta_{elevacion} = \tan^{-1}\left(\frac{\cos\left(LON_{estación} - LON_{satélite}\right)\cos LAT_{estación} - 0{,}15126}{\sqrt{\left(1-\cos^2\left(LON_{estación} - LON_{satélite}\right)\cos^2\left(LAT_{estación}\right)\right)}}\right) \quad \text{(Ec.2)}$$

$$Skew = \tan^{-1}\left(\frac{sen\left(LON_{diferencial}\right)}{\tan\left(LAT_{estación}\right)}\right) \quad \text{(Ec.3)}$$

$$LON_{diferencial} = ABS(LON_{SATÉLITE} - LON_{ESTACIÓN}) \quad \text{(Ec.4)}$$

2.2.2 CÁLCULO DE LA DISTANCIA FOCAL.

Para el cálculo de la distancia focal, que se entenderá como la distancia desde el centro del reflector hacia el punto focal, se considerará parámetros de dimensionamiento del plato tales como: ancho, alto y profundidad; como parte complementaria a dicho cálculo se encontrará también las distancias del borde superior e inferior hacia el punto focal.

$$Df = \left(\frac{a^3}{16 * p * h} \right) \quad \text{(Ec.5)}$$

Donde:

Df: Distancia focal del centro de la antena al punto focal.

a: Ancho del plato reflector.

p: Profundidad del plato reflector.

h: Altura o largo del plato reflector.

Para el cálculo de las distancias complementarias de borde D1 y D2 que son definidas como las longitudes del borde tanto superior (D2) como inferior (D1) del reflector al punto focal, se establece la variable auxiliar (*aux)*, con el objetivo de simplificar los cálculos.

$$aux = \left(2 * Df * \sqrt{(\frac{h}{a})^2 - 1} \right) \quad \text{(Ec.6)}$$

$$D1 = \left(\frac{\left(aux + \frac{a}{2} \right)^2}{4Df} \right) + Df \quad \text{(Ec.7)}$$

$$D2 = \left(\frac{\left(aux - \frac{a}{2} \right)^2}{4Df} \right) + Df \quad \text{(Ec.8)}$$

Como corolario de este proceso de búsqueda de la distancia focal, a partir de los valores obtenidos anteriormente, se puede encontrar el ángulo de intersección θ que se define como el ángulo formado por las distancias de borde D1 y D2:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{(D1)^2 + (D2)^2 - (h)^2}{2 * (D1 * D2)} \right) \quad \text{(Ec.9)}$$

Resumiendo, en la figura 2.15 se distingue los parámetros descritos anteriormente.

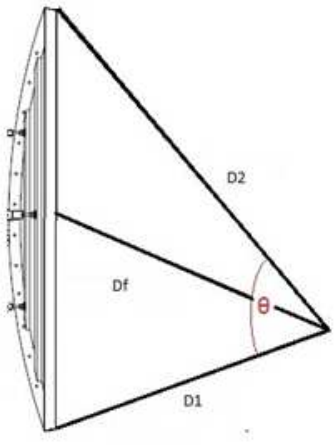


Figura 2. 15 *Distancia Focal y parámetros complementarios.*

A partir de θ (ángulo de intersección entre D1 y D2), se puede establecer la relación F/D mediante:

$$F/D = \left(\frac{1}{4 * \tan\left(\frac{0.5 * \theta}{2} \right)} \right) \quad \text{(Ec.10)}$$

2.2.3 ÁNGULO DE CORRECCIÓN DE LA ANTENA.

El ángulo de corrección se define como la diferencia entre el ángulo aparente de apuntamiento y el ángulo real al cual se debe orientar una antena tipo offset debido a que su foco no está centrado.

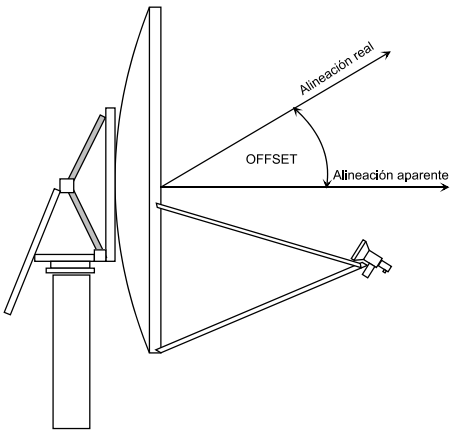


Figura 2. 16 *Ángulo de corrección (offset)*[79].

En la figura se muestra la relación entre el ángulo de corrección (offset) y los ángulos aparente y real de apuntamiento y matemáticamente se define como:

$$\varphi_{Offset} = 90 - \sin^{-1}\left(\frac{(a)}{(h)}\right) \quad \text{(Ec.11)}$$

Donde:

φ_{Offset} : Ángulo de corrección offset.

a : Ancho del plato reflector.

h : Altura del plato reflector.

[79] *Ángulo de corrección (offse)t-http://www.globaltt.com/pdf/240cm%201244%20Prodelin.pdf*

2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE MULTIRECEPCIÓN.

Al realizar los cálculos necesarios para encontrar la ubicación de los LNBs en el sistema de multi-recepción satelital del presente proyecto se tomará en cuenta datos como la variación de los ángulos de azimut y elevación, así como parámetros de distancia focal y dimensionamiento de la antena. Además como factores externos a la formulación matemática, pero sin que ello signifique que tengan menor importancia, se debe considerar dos factores como son huella (footprint) y la distancia gradual que existe entre los satélites interactuantes en el sistema.

2.3.1 SELECCIÓN DE SATELITES QUE FORMAN PARTE DEL SISTEMA MULTIRECEPCION.

Debido a la situación geográfica en la que se encuentra el Ecuador, la zona orbital teórica a la que se puede tener acceso para receptar señales satelitales se encuentra comprendida en el hemisferio occidental.

Figura 2. 17 *Hemisferio Occidental (Oeste).*

La tabla 2.1 muestra los satélites comprendidos en el hemisferio occidental.

Ubicación (Longitud)	Satélites	Ubicación (Longitud)	Satélites
1°W	Intelsat-10-02	61°W	Amazonas2
5°W	AtlanticBirdIII	61,5°W	Echostar-15
8°W	AtlanticBirdII	63°W	Telstar-14
12,5°W	AtlanticBirdI	65°W	StarOneC1
15°W	Telstar-12	67°W	AMC-4
18°W	Intelsat-901	70°W	StarOneC2
20°W	NSS-5	75º W	Brasilsat B3
22°W	NSS-7	78º W	Simón Bolivar
24,5°W	Intelsat-905	89º W	Galaxy 28
27,5°W	Intelsat-907	95ºW	Galaxy 3C
30°W	Hispasat1C	101º W	SES 1º
30°W	Hispasat1D	103º W	AMC 1
43°W	Intelsat 11	113º	Satmex 6
50°W	Intelsat-1R	116.8º W	Satmex 5º
61°W	Amazonas2	133º W	Galaxy 15
61,5°W	Echostar-15	139ºW	AMC 8

Tabla 2. 1 Listado de Satélites Geoestacionarios Hemisferio Occidental.

Para la selección del set de satélites a utilizarse se procederá a discriminar según los siguientes criterios.

- Discriminación por bajas orbitas y problemas de línea de vista.
- Banda Ku TV satelital.
- Huella o footprint en Ecuador.
- Separación.

De los satélites presentados en la lista anterior por encontrarse en orbitas bajas existen una gran cantidad de los mismos que no son posible de receptar en el país al no existir línea de vista.

Aplicando este factor discriminante obtenemos la tabla 2.2.

Ubicación (Longitud)	Satélites	Ubicación (Longitud)	Satélites
15°W	Telstar-12	58°W	Intelsat-9
18°W	Intelsat-901	61°W	Amazonas1
20°W	NSS-5	61°W	Amazonas2
22°W	NSS-7	61,5°W	Echostar-15
24,5°W	Intelsat-905	63°W	Telstar-14

27,5°W	Intelsat-907	65°W	StarOneC1
30°W	Hispasat1C	67°W	AMC-4
30°W	Hispasat1D	70°W	StarOneC2
43°W	Intelsat 11	75º W	Brasilsat B3
50°W	Intelsat-1R	95ºW	Galaxy 3C
53°W	Intelsat-707	113º	Satmex 6
55,5°W	Intelsat-805	116.8º W	Satmex 5º

Tabla 2. 2 Listado de Satélites Geoestacionarios que sostienen línea de vista con el Ecuador.

Otro criterio que se toma en cuenta para la selección es la banda Ku en la que operan los satélites generando la tabla 2.3.

Ubicación (Longitud)	**Satélites**	**Ubicación (Longitud)**	**Satélites**
15°W	Telstar-12	53°W	Intelsat-707
22°W	NSS-7	58°W	Intelsat-9
30°W	Hispasat1C	61°W	Amazonas1
30°W	Hispasat1D	61°W	Amazonas2
43°W	Intelsat 11	70°W	StarOneC2
50º W	Intelsat-1R		

Tabla 2. 3 Listado de Satélites Geoestacionarios que operan en banda Ku.

Ahora se verifica que satélites de los resultantes tiene huella o footprint en la región del Ecuador de lo cual se desprende la tabla 2.4.

Ubicación (Longitud)	**Satélites**	**Ubicación (Longitud)**	**Satélites**
15°W	Telstar-12	58°W	Intelsat-9
30°W	Hispasat1C	61°W	Amazonas1
30°W	Hispasat1D	61°W	Amazonas2
43°W	Intelsat 11	70°W	StarOneC2

Tabla 2. 4 Listado de Satélites Geoestacionarios con huella en el Ecuador.

Finalmente es muy importante determinar una separación prudencial que permita la interferencia mínima posible pero a su vez que sea viable en función del diámetro de la antena, lo cual nos permite seleccionar el set final de 4 satélites a receptar. En los anexos 4, 5, 6, 7 se detallan las huellas o footprint de los satélites seleccionados

Ubicación (Longitud)	Satélites
15°W	Telstar-12
30°W	Hispasat1C
43°W	Intelsat 11
61°W	Amazonas1

Tabla 2. 5 Listado Final de Satélites Geoestacionarios a receptarse en el presente proyecto

2.3.2 CÁLCULO DE LA DISTANCIA FOCAL Y UBICACIÓN DEL LNB CENTRAL.

Se tomará en cuenta la antena parabólica tipo offset ubicada en la terraza del edificio Eléctrica-Química de la Escuela Politécnica Nacional, descrita anteriormente en este capítulo, cuyas dimensiones son:

- Ancho: a=2480 [mm].
- Alto: h=2680 [mm].
- Profundidad: p=220 [mm].

Para el presente proyecto se ha decidido utilizar al satélite Intelsat 11, cuya posición orbital es 43º W, para recepción principal.

Al adaptar la antena tipo offset para un sistema de multi-recepción satelital se debe recurrir a la hoja de especificaciones (datasheet), para obtener datos necesarios para la implementación del sistema, pero al tener significativas adaptaciones realizadas al modelo original de la antena los valores que presenta el datasheet sufren variaciones, lo que implica que para una implementación adecuada se debe determinar nuevamente la distancia focal por las razones anteriormente mencionadas.

Con los valores medidos de ancho, alto y profundidad se concluye que:

$$Df = \left(\frac{(2480)^3}{16 * 2680 * 220} \right) = 1616.8794[mm]$$

$$aux = \left(2 * 1616.8794 * \sqrt{(\frac{2680}{2480})^2 - 1} \right) = 1324.63[mm]$$

$$D2 = \left(\frac{\left(1324.63 + \frac{2480}{2} \right)^2}{4 * 1616.8794} \right) + 1616.8794 = 2633.86[mm]$$

$$D1 = \left(\frac{\left(1324.63 - \frac{2480}{2} \right)^2}{4 * 1616.8794} \right) + 1616.8794 = 1617.99[mm]$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{(1617.87)^2 + (2633.86)^2 - (2680)^2}{2 * (1617.87 * 2633.86)} \right) = 73.83^{o}$$

$$F / D = \left(\frac{1}{4 * \tan\left(\frac{0.5 * 73.83^{o}}{2} \right)} \right) = 0.74$$

Con estos valores se procede a la instalación del LNB que captará la señal del satélite Intelsat 11.

Figura 2. 18 *Ubicación del LNB Central.*

A continuación se procederá a determinar los ángulos de azimut, elevación y skew, con los que el reflector se orientará para capturar la señal del satélite Intelsat 11.

- *Azimut*

$$Azimut = \tan^{-1}\left(\frac{\tan(78.51-43)}{sen(0.22)}\right) = 89.719^{o}$$

- *Elevación*

$$\Theta_{elevacion} = \tan^{-1}\left(\frac{\cos(78.5-43)\cos(0.22)-0{,}15126}{\sqrt{(1-\cos^2(78.5-43)\cos^2(0.22))}}\right) = 48.76^{o}$$

- *Skew*

$$LON_{diferencia} = ABS(43^{o}-78.51^{o}) = 35.5^{o}$$

$$Skew = \tan^{-1}\left(\frac{sen(35.5^{o})}{\tan(0.22^{o})}\right) = 89.62^{o}$$

2.3.3 CÁLCULO DE LA UBICACIÓN DE LOS LNBs SECUNDARIOS.

Como primer LNB secundario se designa al satélite Amazonas, cuya posición orbital es 61º W.

Para la ubicación de este segundo LNB en el sistema es indispensable definir la distancia entre el LNB central y el secundario, dicho desplazamiento se obtiene a partir de la diferencia de ángulos, tanto en Azimut como Elevación, entre los satélites.

Previamente se procede a determinar los ángulos de azimut y elevación para el satélite que se receptara con el segundo LNB del sistema, en este caso particular el satélite Amazonas 61°W, dicha determinación se debe realizar sin tener en cuenta momentáneamente la multi-recepción, es decir, en condiciones de orientación y apuntamiento normal.

- *Azimut*

$$Azimut = \tan^{-1}\left(\frac{\tan(78.51^{o}-61^{o})}{sen(0.22^{o})}\right) = 89.30^{o}$$

- *Elevación*

$$\Theta_{elevacion} = \tan^{-1}\left(\frac{\cos(78.5-61)\cos(0.22)-0{,}15126}{\sqrt{(1-\cos^2(78.5-61)\cos^2(0.22))}}\right) = 69.443^{o}$$

- *Skew*

$$LON_{diferencia} = ABS(61^{o}-78.51^{o}) = 17.51^{o}$$

$$Skew = \tan^{-1}\left(\frac{sen(17.51^{o})}{\tan(0.22^{o})}\right) = 89.268^{o}$$

A continuación se presenta el desarrollo de las relaciones geométricas a partir de las cuales se obtienen las distancias necesarias para determinar la ubicación del LNB secundario.

Inicialmente se establece las diferencias de ángulos entre el LNB central y secundario.

$$Diferencia_de_Azimut = 89.719^{o}-89.30^{o} = 0.419^{o}$$

$$Diferencia_de_Elevación = 48.76^{o}-69.43^{o} = -20.67^{o}$$

A partir de una vista superior de la antena y una hipotética ubicación de los LNBs central y secundario dan lugar a la formación de un triángulo isósceles que tienen como datos conocidos la Distancia focal del LNB central, que al actuar como un radio, será la misma para el LNB secundario, además la diferencia de azimut obtenida previamente.

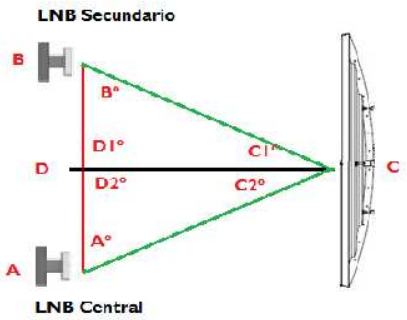


Figura 2. 19 Vista Superior de la antena y una hipotética ubicación del LNB central y secundario.

Utilizando como artificio geométrico la construcción de la bisectriz del ángulo diferencia de azimut obtenido anteriormente se crean dos triángulos rectángulos de iguales dimensiones. Aplicando la ley de senos entre uno de los triángulos resultantes se obtiene la mitad del desplazamiento del LNB secundario; al ser triángulos idénticos el cálculo de la distancia entre LNBs se reduce a duplicar el resultado anterior. Este mismo procedimiento se toma en cuenta para el ángulo de elevación considerando para este caso una vista lateral de la antena.

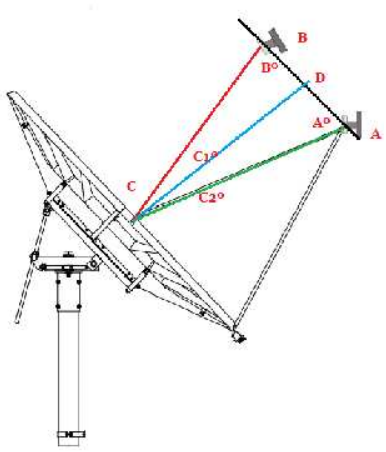


Figura 2. 20 Vista Lateral de la antena y una hipotética ubicación del LNB central y secundario.

Para el triángulo ADC que se forma tanto en la vista lateral como superior, se emplea la ley de senos que dice: un lado dividido para el seno del ángulo opuesto a ese lado, es igual a los demás lados divididos por los senos de sus ángulos opuestos, es decir:

$$\frac{BC}{SIN(D1^{o})} = \frac{DC}{SIN(B^{o})} = \frac{DB}{SIN(C1^{o})} \quad \text{(Ec.12)}$$

- *Para el caso del desplazamiento en Azimut.*

$$\frac{BC}{SIN(90^{o})} = \frac{DC}{SIN(B^{o})} = \frac{DB}{SIN(0.419^{o}/2)}$$

Donde:

BC: Distancia Focal de la antena offset de 2.4 [m].

C1º: Diferencia de Azimut existente entre el satélite Principal y el Secundario.

Al despejar DB queda:

$$DB = \frac{BC}{sen(0.419^o/2)} = \frac{1616.88 * sen(0.2096)}{sen(90^o)} = 5.9148[mm]$$

Siendo que:

$$Desplazamiento_Azimut = AB = 2 * DB = 5.9148 * 2[mm] = 11.88[mm]$$

El desplazamiento en azimut es un desplazamiento en sentido horizontal que puede ser positivo o negativo, dependiendo del valor de la diferencia resultante, lo cual se interpreta como un desplazamiento hacia la derecha si es positivo y hacia la izquierda si es negativo.

- *Para el desplazamiento en Elevación.*

Siguiendo el mismo principio que el caso anterior, pero con la antena vista desde arriba tenemos otro triangulo isósceles ABC que se forma a consecuencia de la elevación.

$$\frac{BC}{SIN(D1^o)} = \frac{DC}{SIN(B^o)} = \frac{DB}{SIN(C1^o)} \text{ (Ec.13)}$$

$$\frac{BC}{SIN(90^o)} = \frac{DC}{SIN(B^o)} = \frac{DB}{SIN(-20.67^o/2)}$$

Donde:

BC: Distancia Focal de la antena offset de 2.4 [m].

C1º: Diferencia de Elevación existente entre el satélite Principal y el Secundario.

Al despejar DB queda:

$$DB = \frac{BC}{sen(0.419^o/2)} = \frac{1616.88 * sen(10.335)}{sen(90^o)} = -290.073[mm]$$

Obteniendo:

$$Desplazamiento_Elevación = AB = 2 * DB = -290.073 * 2[mm] = -580.14[mm]$$

Este desplazamiento es vertical y el signo negativo indica que el segundo LNB debe ser ubicado por debajo del principal, caso contrario si la diferencia en azimut es positiva se ubicará por encima del LNB principal.

Por último se considera un nuevo triangulo rectángulo XYZ formado por la diferencia entre azimut y elevación.

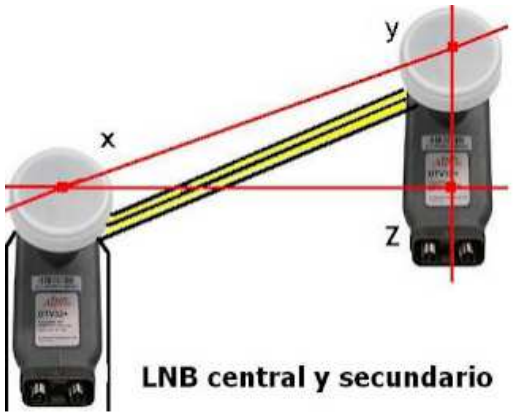


Figura 2. 21 Triangulo rectángulo XYZ formado por la diferencia entre azimut y la elevación.

Donde

XZ: Es el desplazamiento horizontal o de azimut.

ZY:Es el desplazamiento Vertical o de Elevación.

XY: Es la distancia entre LNBs centro a centro.

El valor de XY se puede determinar a través del teorema de Pitágoras de la siguiente forma:

$$XY = \sqrt{\left((XZ)^2 + (ZY)^2\right)} = \sqrt{\left((11.88)^2 + (-580.14)^2\right)} = 580.26[mm] \quad \text{(Ec. 14)}$$

La distancia focal, que se utiliza como un radio, en el cual estarán ubicados todos los LNBs, y tanto la diferencia de desplazamiento horizontal, vertical y la distancia entre LNBs centro a centro nos proporcionan la ubicación referencial del LNB secundario. Se elige para el segundo LNB secundario al satélite Hispasat cuya posición orbital es 30ºW y para el tercer LNB secundario se

dispone recibir la señal del satélite Telstar 12, cuya posición orbital es 15º W, estas dos designaciones se realizan considerando los siguientes criterios:

- Elevada ganancia de estos dos satélites en la región.
- Facilidad de recepción de señal.
- Adaptabilidad al modelo empleado.

El desarrollo para la obtención de las ubicaciones del segundo y tercer LNBs secundarios son idénticas al presentado anteriormente y sus resultados se presentan a continuación en la tabla 2.6.

SATÉLITE	**POSICIÓN ORBITAL**	**DESPLAZAMIENTO AZIMUT** [mm]	**DESPLAZAMIENTO EN ELEVACIÓN** [mm]	**MODULO** [mm]
INTELSAT 11	43.1º W	---------	----------	----------
AMAZONAS	61º W	10.9772	-580.3513	580.4551
HISPASAT	30º W	-3.2089	406.8518	406.8645
TELSTAR 12	15º W	-5.6076	851.6315	851.6376

Tabla 2. 6 Tabla de Resultados.

2.4 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA UTILIZADA PARA LA UBICACIÓN DE LNBs.

Para la ubicación de los LNBs se utiliza una estructura metálica formada por tres partes:

- Sistema de base.
- Mástil perforado.
- Brazos de sujeción perforados.

El sistema de base está constituido por un peso aproximado de 40 libras en el centro que a su vez se apoya o hace de centro para la ubicación de tres extensiones que formaran igual número de "rompe vientos" separados 120º como se presenta en la siguiente figura 2.21.

Figura 2. 22 Base de la estructura metálica donde descansan los LNBs.

A continuación se describe brevemente el proceso de instalación de la estructura.

En primer lugar se procede a ubicar la base de la estructura tomando en cuenta que esta acción no influya en la ubicación del punto focal del LNB central, posteriormente se realiza la unión de la base con el mástil perforado cuya principal función será el sostener a los brazos, donde descansaran los LNBs según su apuntamiento y orientación.

Figura 2. 23 Vista Anterior de la *Estructura Final.*

Cabe recalcar que además de lo ya descrito se procedió a realizar un sistema auxiliar de soporte basado en un apoyo intrínseco entre LNBs con la utilización de brazos auxiliares como indica la figura.

Figura 2. 24 Vista Lateral de la *Estructura Final.*

2.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

2.5.1 PRUEBAS DE UBICACIÓN Y DISTANCIA DE LOS LNBS CENTRAL Y SECUNDARIOS.

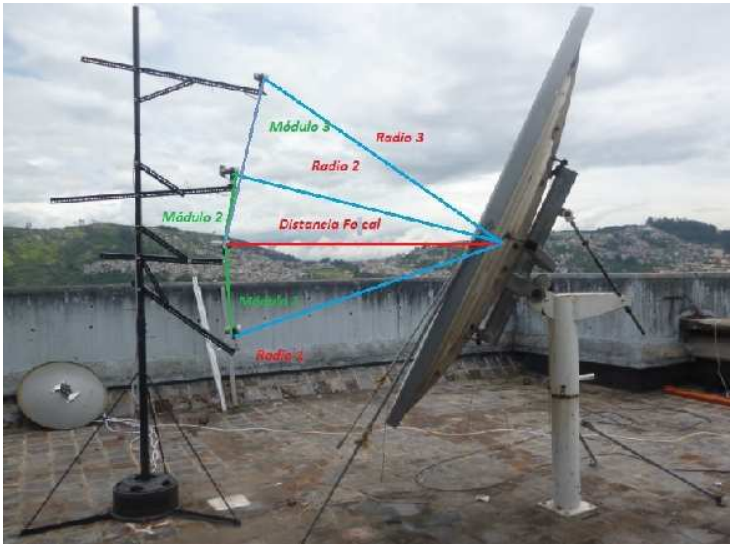


Figura 2. 25 Valores medidos después de realizar la ubicación de los distintos LNBs y ajustes para el mejor rendimiento de la antena.

Al medir los valores de punto focal y la ubicación de los distintos LNBs en la estructura se obtuvo los siguientes resultados, los cuales se obtuvieron a partir de los criterios antes explicados, y luego de realizar ajustes en su colocación, para el mejor rendimiento de la antena en este tipo de sistemas.

DISTANCIA FOCAL.	MÓDULO 1 [mm]	MÓDULO 2 [mm]	MÓDULO 3 [mm]	Radio 1 [mm]	Radio 2 [mm]	Radio 3 [mm]
1770	551	484	660	1790	1785	1760

Tabla 2. 7 *Tabla de Resultados al realizar la medición.*

Donde:

Distancia focal: Distancia desde el centro de la parábola al LNB principal.

Radio 1: Distancia desde el centro de la parábola al LNB secundario correspondiente al satélite Amazonas.

Radio 2: Distancia desde el centro de la parábola al LNB secundario correspondiente al satélite Hispasat.

Radio 3: Distancia desde el centro de la parábola al LNB secundario correspondiente al satélite Telstar 12..

Módulo 1: Distancia Centro a Centro desde el LNB principal al LNB correspondiendo al satélite Amazonas (61º W) como secundario.

Módulo 2: Distancia Centro a Centro desde el LNB principal (Intelsat 11) al LNB correspondiendo al satélite Hispasat(30º W) como secundario.

Módulo 3: Distancia Centro a Centro desde el LNB principal (43º W) al LNB correspondiendo al satélite Telstar 12 (15º W) como secundario.

2.5.2 PRUEBAS REALIZADAS CON EL PRO DIGITAL SATELLITE FINDER SAT Y EL DECODIFICADOR AZAMERICA S-900.

A continuación se presentan las pruebas de funcionamiento del sistema de multi-recepción, las mismas se recopilaran utilizando dos instrumentos o dispositivos en primera instancia; se aplicará el uso del PRO DIGITAL SATELLITE FINDER SAT que permitirá un análisis cualitativo de valores tales como nivel de señal y calidad de recepción de la misma; en una segunda etapa de evaluación se utilizara un IRD, en este caso se ha elegido el modelo AZAMERICA S-900, que permitirá un análisis cuantitativo similar al del obtenido de la primera etapa pero con el adicional de realizar un análisis de recepción con parámetros como los canales captados y sus características así como transpondedores que tienen estos contenidos.

2.5.2.1 Pruebas con el satélite Intelsat 11 con posición orbital 43°W (LNB central).

Posteriormente a los valores encontrados por el modelo geométrico se procede a instalar el LNB central o principal en la ubicación indicada, como indica la figura.

Figura 2. 26 Ubicación del LNB principal.

Enseguida, posterior a la conexión del cable coaxial a los 2 extremos encendemos el SatFinder obteniendo los siguientes datos.

Figura 2. 27 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Intelsat 11.

A continuación se presenta la tabla 2.8 resumen de los resultados obtenidos.

Tabla resumen de resultados (INTELSAT 11)

Parámetro	**Valor**
Ángulo de elevación	48.7659º
Ángulo de azimut	89.6917º
SKEW	89.6212º
Señal	62.3 dBµV
Señal/Ruido	8.2 dB

Tabla 2. 8 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Intelsat 11.

Para la siguiente etapa de pruebas se realiza la conexión desde la antena y el LNB hacia el decodificador. Posteriormente se realiza la utilización de la herramienta de Auto-búsqueda (Blind Scan). Obteniendo los resultados que constan en la figura 2.28.

Figura 2. 28 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Intelsat 11.

INTELSAT 11 (43º W)

TRANSPONDER	**SYMBOL RATE**	**POLARIZACIÓN**
10722	30000	18 V-HORIZONTAL
10722	30000	13 V-VERTICAL
10884	27997	18 V-HORIZONTAL

INTELSAT 11 (43º W)		
TRANSPONDER	**SYMBOL RATE**	**POLARIZACIÓN**
10884	27997	13 V-VERTICAL
11734	27997	18 V-HORIZONTAL
11734	27997	13 V-VERTICAL
Total canales TV	66	
Total canales Radio	8	

Tabla 2. 9 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Intelsat 11 por el decodificador AZAMERICA S-900.

2.5.2.2 Pruebas con el satélite Amazonas con posición orbital 61°W (Primer LNB secundario)

Partiendo de la ubicación del LNB central, procedemos a encontrar el lugar que debe ocupar el primer LNB secundario, en este caso el satélite Amazonas, la figura 2.29 indica la posición del mismo.

Figura 2. 29 Ubicación del primer LNB secundario.

El proceso para efectuar las pruebas de funcionamiento tanto con el SatFinder es similar al efectuado con el LNB central o principal. Al final de este proceso se obtienen los datos que detallan las figuras 2.30 y 2.31, recopilados finalmente en las tablas 2.10 y 2.11 que en son presentadas a continuación.

Figura 2. 30 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Amazonas.

Tabla resumen de resultados (AMAZONAS)

Parámetro	**Valor**
Ángulo de elevación	69.4433º
Ángulo de azimut	89.3027º
SKEW	89.2688º
Señal	76.8 dBµV
Señal/Ruido	10 Db

Tabla 2. 10 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Amazonas.

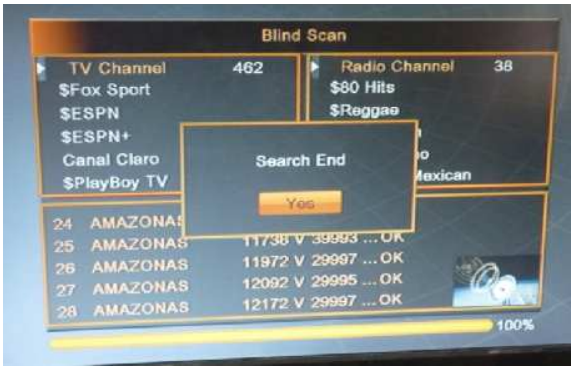


Figura 2. 31 Datos obtenidos por el decodificador AZ America S-900 para el satélite Amazonas.

AMAZONAS (61º W)

TRANSPONDER	SYMBOL RATE	POLARIZACIÓN
11972	28883	18 V-HORIZONTAL
10728	28888	18 V-HORIZONTAL
10769	28883	18 V-HORIZONTAL
10809	29997	18 V-HORIZONTAL
10849	29997	18 V-HORIZONTAL
10889	28883	18 V-HORIZONTAL
10929	28883	18 V-HORIZONTAL
11176	28884	18 V-HORIZONTAL
11223	28883	18 V-HORIZONTAL
11263	28884	18 V-HORIZONTAL
11303	28883	18 V-HORIZONTAL
11343	28883	18 V-HORIZONTAL
11383	28883	18 V-HORIZONTAL
11423	28883	18 V-HORIZONTAL
10729	29997	13 V-VERTICAL
10769	29997	13 V-VERTICAL
11222	29997	13 V-VERTICAL
11263	29997	13 V-VERTICAL
11423	29997	13 V-VERTICAL
11972	28883	18 V-HORIZONTAL
12012	28883	18 V-HORIZONTAL
12052	28883	18 V-HORIZONTAL
12092	28883	18 V-HORIZONTAL
12092	29995	13 V-VERTICAL
12172	29997	13 V-VERTICAL

AMAZONAS (61º W)		
TRANSPONDER	**SYMBOL RATE**	**POLARIZACIÓN**
11175	28880	18 V-HORIZONTAL
10731	28883	18 V-HORIZONTAL
11219	28883	18 V-HORIZONTAL
12181	29997	13 V-VERTICAL
11341	26664	13 V-VERTICAL
Total canales TV	462	
Total canales Radio	38	

Tabla 2. 11 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Amazonas por el decodificador AZAMERICA S-900.

2.5.2.3 Pruebas con el satélite Hispasat con posición orbital 30°W (Segundo LNB secundario).

De igual manera que el anterior LNB secundario se procede con el satélite Hispasat, ubicando el mismo como indica la figura 2.32.

Figura 2. 32 Ubicación del segundo LNB secundario.

A continuación se presentan los resultados obtenidos por el SatFinder así como por el decodificador Az America S-900 en las figuras 2.33 y 2.34 resumidas en las tablas 2.12 y 2.13.

Figura 2. 33 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Hispasat.

Tabla resumen de resultados (HISPASAT)

Parámetro	**Valor**
Ángulo de elevación	34.3104º
Ángulo de azimut	89.8054º
SKEW	89.7063º
Señal	69.1 dBµV
Señal/Ruido	13.1 dB

Tabla 2. 12 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Hispasat.

Figura 2. 34 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Hispasat.

HISPASAT (30º W)

TRANSPONDER	SYMBOL RATE	POLARIZACIÓN
12734	27196	18 V-HORIZONTAL
11884	27500	13 V-VERTICAL
11909	7200	13 V-VERTICAL
11930	2220	13 V-VERTICAL
11935	5250	13 V-VERTICAL
11958	2500	13 V-VERTICAL
11972	27500	18 V-HORIZONTAL
12052	27500	13 V-VERTICAL
12052	27500	18 V-HORIZONTAL
12076	4000	13 V-VERTICAL
12092	27500	18 V-HORIZONTAL
12132	27500	18 V-HORIZONTAL
12139	3030	13 V-VERTICAL
12159	2348	13 V-VERTICAL
12162	3030	13 V-VERTICAL
12169	5240	13 V-VERTICAL

HISPASAT (30º W)		
TRANSPONDER	**SYMBOL RATE**	**POLARIZACIÓN**
12172	27500	18 V-HORIZONTAL
12361	27496	18 V-HORIZONTAL
Total canales TV	83	
Total canales Radio	73	

Tabla 2. 13 Tabla resumen de los transponder captados del satélite Hispasat por el decodificador AZAMERICA S-900.

2.5.2.4 Pruebas con el satélite Telstar 12 con posición orbital 15°W (Tercer LNB secundario).

Finalmente se realiza el mismo procedimiento con el Satelite Telstar 1, iniciando con la ubicación del tercer LNB secundario.

Figura 2. 35 Ubicación del tercer LNB secundario

Por ultimo tenemos los resultados obtenidos para el satélite Telstar 12 en la figura 2.36 y 2.37 así como sus correspondientes tablas en este caso la 2.14 y 2.15.

Figura 2. 36 Datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Telstar 12.

Tabla resumen de resultados (TELSTAR 12)

Parámetro	**Valor**
Ángulo de elevación	18.2273º
Ángulo de azimut	89.8904º
SKEW	89.7542º
Señal	59.7 dBµV
Señal/Ruido	8.3 dB

Tabla 2. 14 Tabla Resumen de los datos obtenidos por el SatFinder para el satélite Telstar 12.

Figura 2. 37 Datos obtenidos por el decodificador AZAmerica S-900 para el satélite Telstar 12.

TELSTAR 12 (15º W)

TRANSPONDER	SYMBOL RATE	POLARIZACIÓN
11652	2766	13 V-VERTICAL
11857	44995	18 V-HORIZONTAL
11919	44995	18 V-HORIZONTAL
12167	44995	18 V-HORIZONTAL
11804	7595	13 V-VERTICAL
12080	3511	18 V-HORIZONTAL
12166	44995	18 V-HORIZONTAL
11806	7594	18 V-HORIZONTAL
Total canales TV	139	
Total canales Radio	21	

Tabla 2. 15 Tabla Resumen de los Transponder Captados del Satélite Telstar 12 por el Decodificador AZAMERICA S-900.

BIBLIOGRAFÍA.

Tutoriales.

W. Stallings; "Wireless Comunications and Networks"; 2nd Edition; Prentice Hall; 2005.

Software IP Video System Design Tool.

Páginas de Internet.

http://www.visiwave.com

http://www.wirelessmon.com/

http://www.c-mos.com/pdfsproductos/manual_de_ventas_UPS_reducido.pdf

eventos.stymapp.com.ar/download/informe4.pdf

http://www.zoneminder.com/documentation

http://es.wikipedia.org/wiki/Cortafuegos_%28inform%C3%A1tica%29

http://www.tecnologiapyme.com/servicios-web/para-que-sirven-los-certificados-ssl

http://carlton.oriley.net/blog/?p=31

http://albertomolina.wordpress.com/2009/01/04/configurar-postfix-a-traves-de-un-relay-host-autenticado-gmail/

http://www.notesco.net/download/ipcamcgisdk21.pdf

http://www.1acentosserver.com/centos_apache_web_server/Centos_Authentication_in_Apache.php

CAPÍTULO III

3. ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN PARA EL SISTEMA DE MULTI-RECEPCIÓN SATELITAL Y DESARROLLO DE LA INTERFAZ GRÁFICA EN MATLAB.

3.1 INTRODUCCIÓN[80].

En este capítulo se describe los requerimientos técnicos y el diseño del software implementado en MatLab, el cual tiene el propósito de proporcionar datos muy aproximados y referenciales de la ubicación de los distintos LNBs para la multi-recepción, a partir de la posición de un LNB principal que estará ubicado en el punto focal de la antena, y uno o más secundarios, los cuales se ubicaran dependiendo de ciertos parámetros con respecto del principal.

GUIDE (Graphical User Interface Development Environment) es un set de herramientas que se extiende por completo al soporte de MATLAB, diseñadas para crear GUIs (Graphical User Interfaces) fácil y rápidamente auxiliando en el diseño y presentación de los controles de la interfaz, reduciendo la labor al grado de seleccionar, arrastrar y personalizar propiedades de los componentes de la GUI. Una GUI contiene diferentes elementos gráficos tales como botones, campo de texto, menús, gráficos, etc. La forma de implementar las GUI con MatLab es crear los objetos y definir las acciones que cada uno va a realizar. Una aplicación GUIDE consta de dos archivos: .m y .fig. El archivo .m es el ejecutable y el .fig la parte gráfica.

3.2 ESPECIFICACIÓNES DEL PROGRAMA.

En el siguiente esquema se distingue los pasos y secuencia a seguir para el diseño del programa requerido.

---

[80] *Interfaz gráfica de usuario-www.mathworks.com/**help**/techdoc/*

Figura 3. 1 Pasos a seguir para el Diseño.

3.2.1 ALCANCE.

A continuación se detalla un listado de las características presentes en el software:

- Cálculo del ángulo de azimut y elevación.
- Cálculo del ángulo de desfase de la antena offset.
- Cálculo de la relación f/D.
- Cálculo de la distancia punto focal y parámetros complementarios.
- Cálculo de la ubicación de hasta 5 LNBs secundarios para multi-recepción.
- Simulación de la ubicación de los distintos LNBs secundarios, con respecto al LNB principal.
- Ambiente amigable.
- Fácil manejo.

3.2.2 REQUISITOS Y ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ.

El programa está estructurado por cuatro pantallas, que facilitan su manejo y lo transforman en un entorno más amigable para el usuario tratando de mantener un acceso a cualquiera de las presentaciones de los distintos pantallazos, en cualquier momento y que además rigen las normas que gobernarán al programa.

El software está constituido por 4 pantallas sintetizadas en un archivo .fig y por una pantalla desarrollada por un archivo de extensión .m.; esta último es el que se ejecuta al principio, el cual contiene información acerca de autores, título del proyecto de titulación y de más información adicional sobre los desarrolladores del proyecto. Esta interfaz de presentación nos conducirá a la pantalla 2, nombrada como interfaz de bienvenida del programa, en la cual será desarrollada posteriormente en este mismo capítulo.

Dentro de las características indispensables de las interfaces que componen el presente software se encuentran las siguientes:

- Entorno amigable para el usuario final.
- Fácil manejo.

A continuación se muestra un esquema de las distintas pantallas que conforman el programa.

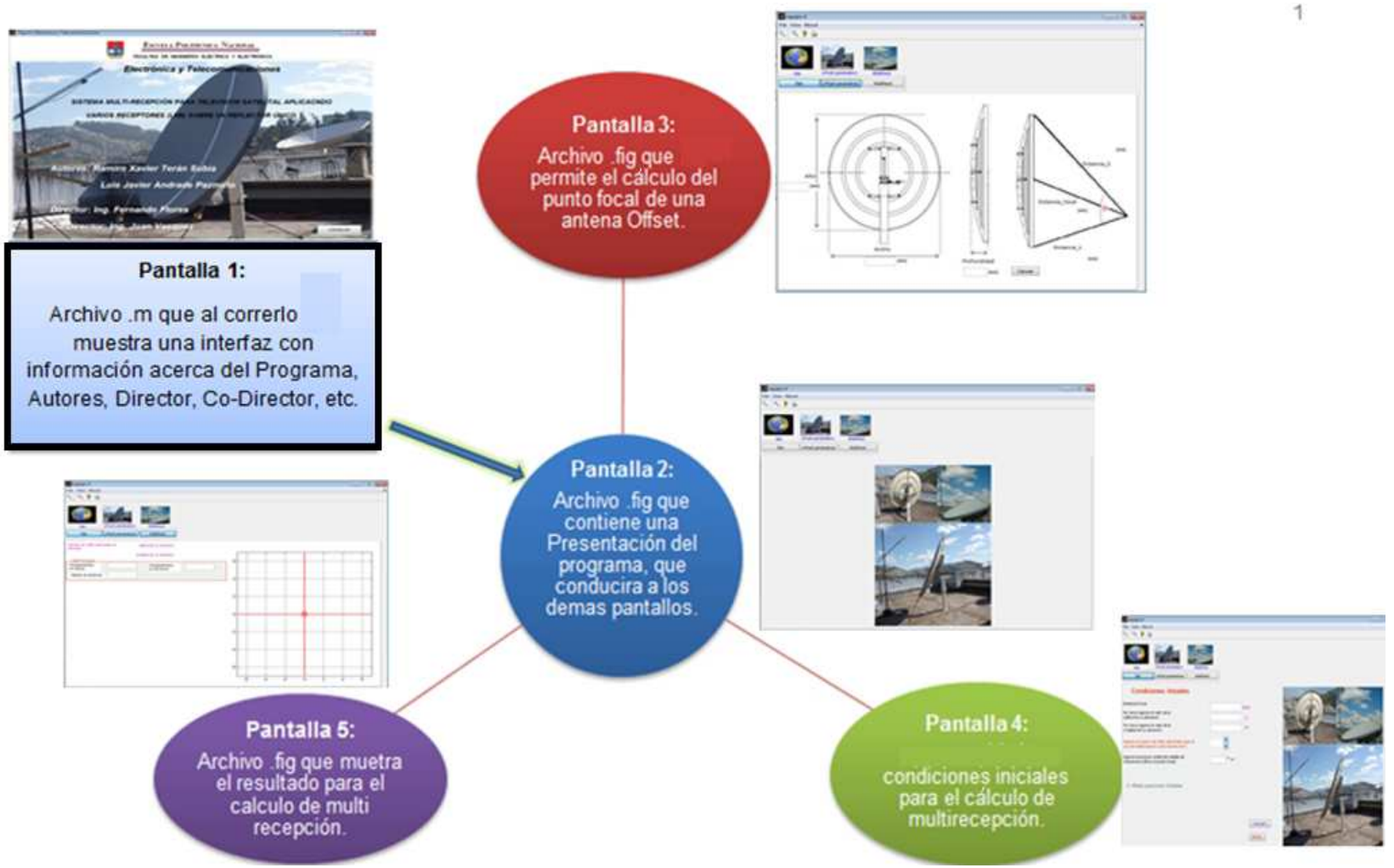


Figura 3. 2 Esquemas de pantallas que forman la GUI presente en el software.

3.2.3 DISEÑO.

En esta sección se planifica como va a funcionar la interfaz gráfica a partir de los pasos vistos con anterioridad y lo que se espera del programa según los requerimientos planteados inicialmente.

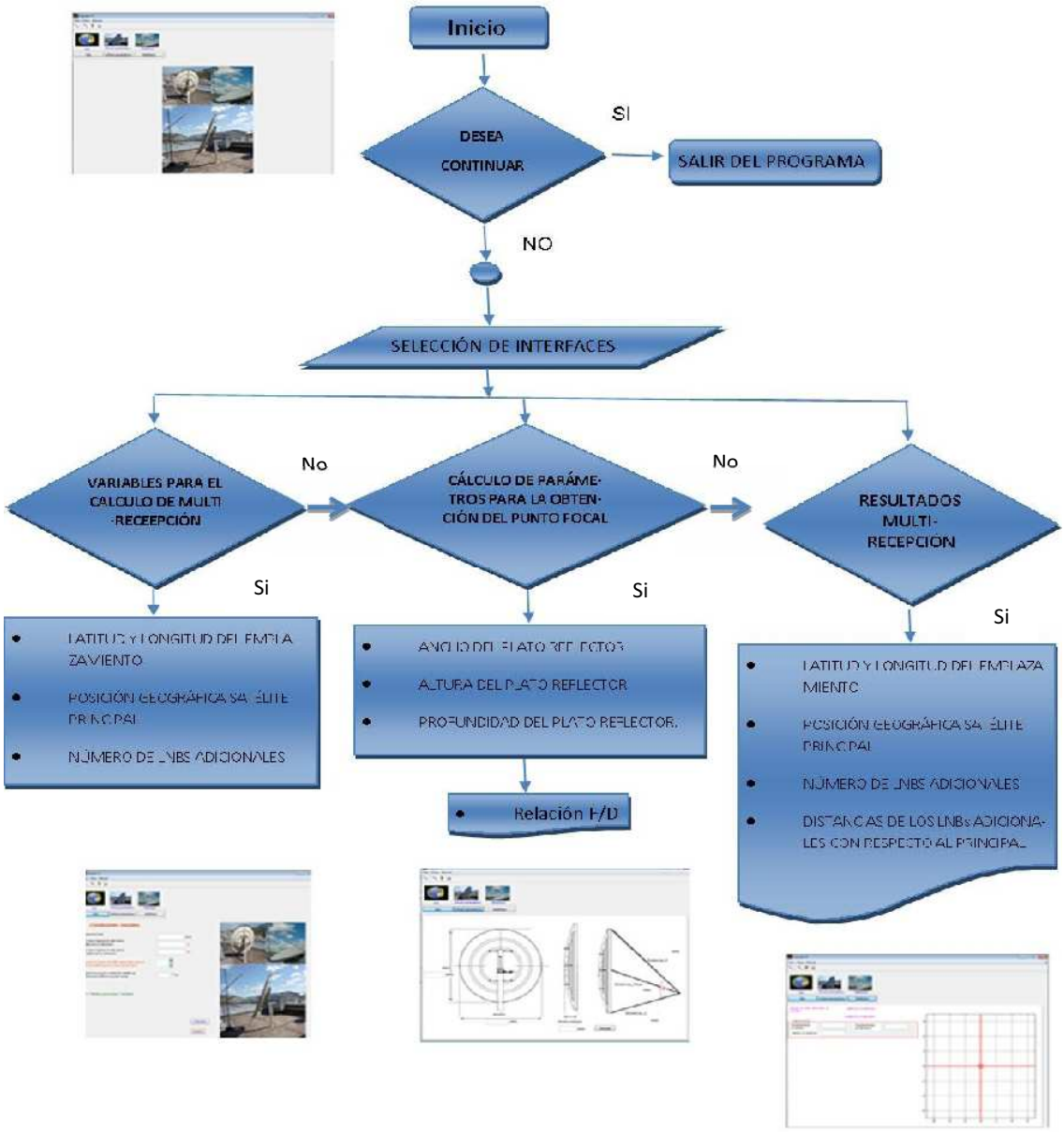


Figura 3. 3 Diagrama de Flujo de las interfaces que forman el Programa.

3.2.3.1 Interfaz de Bienvenida (Pantalla 2).

Una vez ejecutado el programa se observará la pantalla que se detalla en la siguiente figura, en esta el usuario interactuará, la cual está conformada por dos secciones.

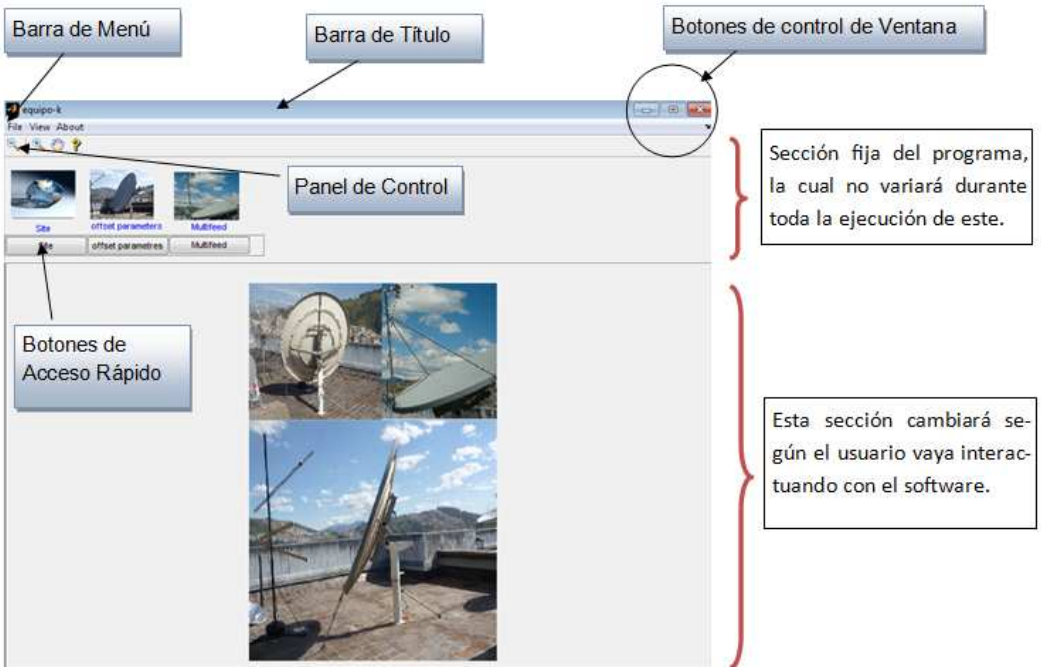


Figura 3. 4 Pantalla 2. Bienvenida del Programa.

Esta pantalla tiene la función de permitir el acceso del usuario a las diferentes aplicaciones que presenta el programa, las cuales están constituidas por tres pantallas adicionales:

- Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.).
- Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3.)
- Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.).

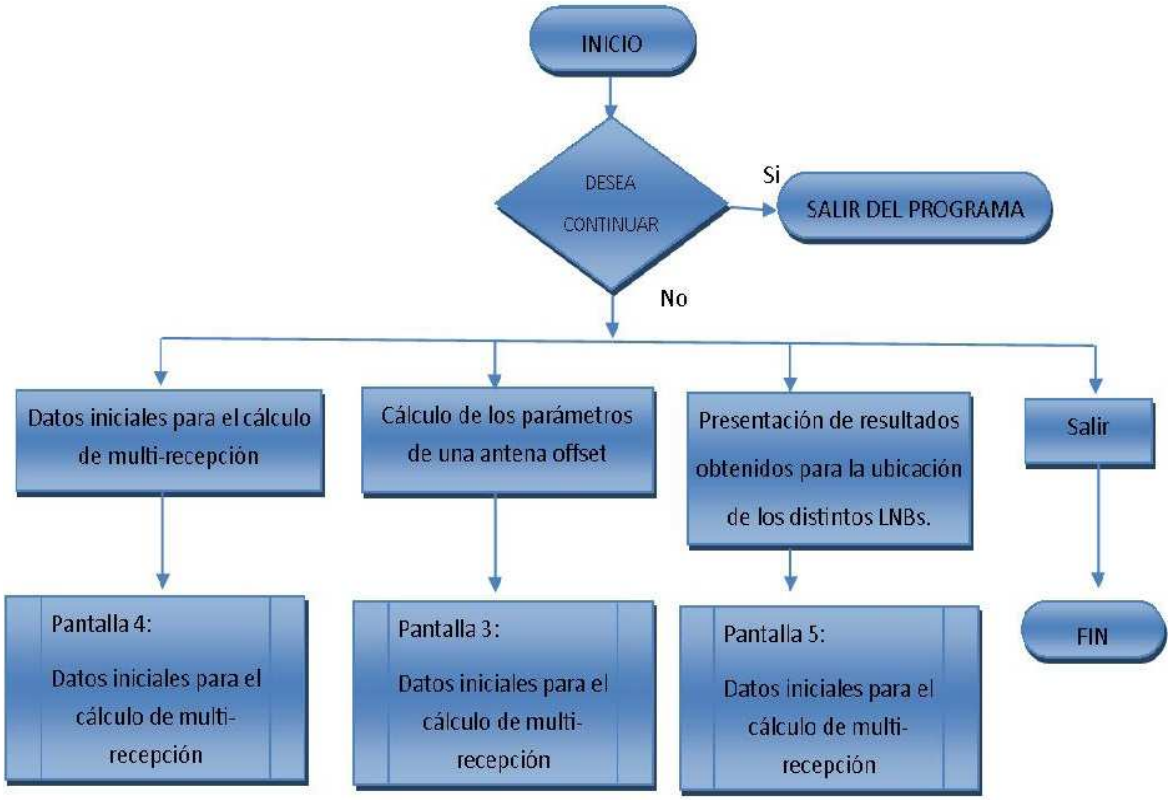


Figura 3. 5 Bienvenida del Programa (Pantalla 2.) Diagrama de Flujo.

En el diagrama de flujo de la figura 3.5 se observa la relación entre la interfaz de bienvenida del programa y las restantes tres pantallas

3.2.3.2 Interfaz Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3.).

La pantalla 3 se caracteriza por contener una sección adicional a la interfaz de bienvenida como se muestra en la figura. Esta pantalla fue diseñada como una herramienta para el cálculo del punto focal ya que en este proyecto no se tenía una antena con todas las piezas originales por lo que el paso posterior a la instalación de la antena fue hallar el punto focal de la misma.

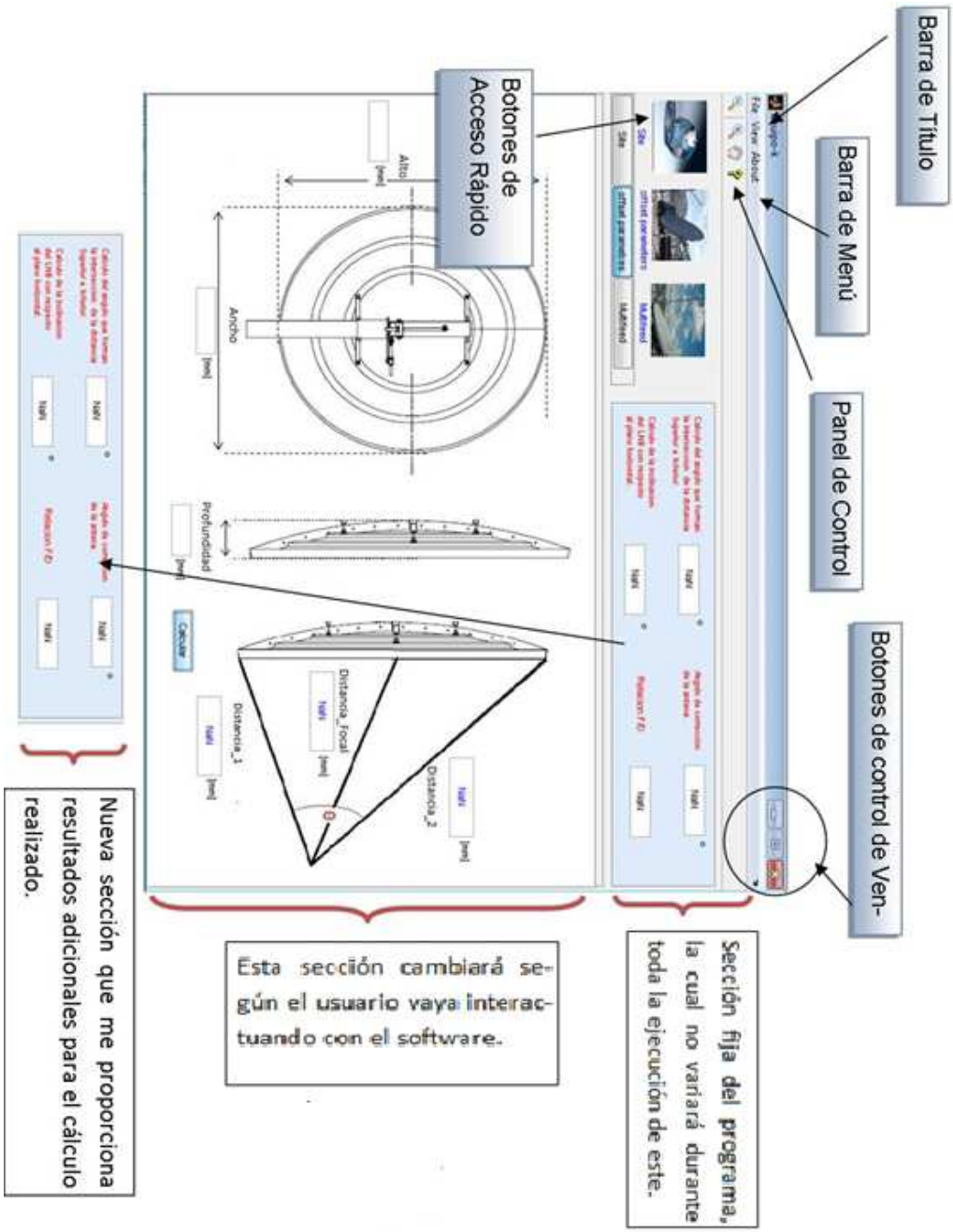


Figura 3. 6 Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3).

El desarrollo de este programa se resume en la aplicación de las formulas mencionadas en el capítulo anterior. A continuación se describe el diagrama de flujo utilizado para el desarrollo de esta aplicación.

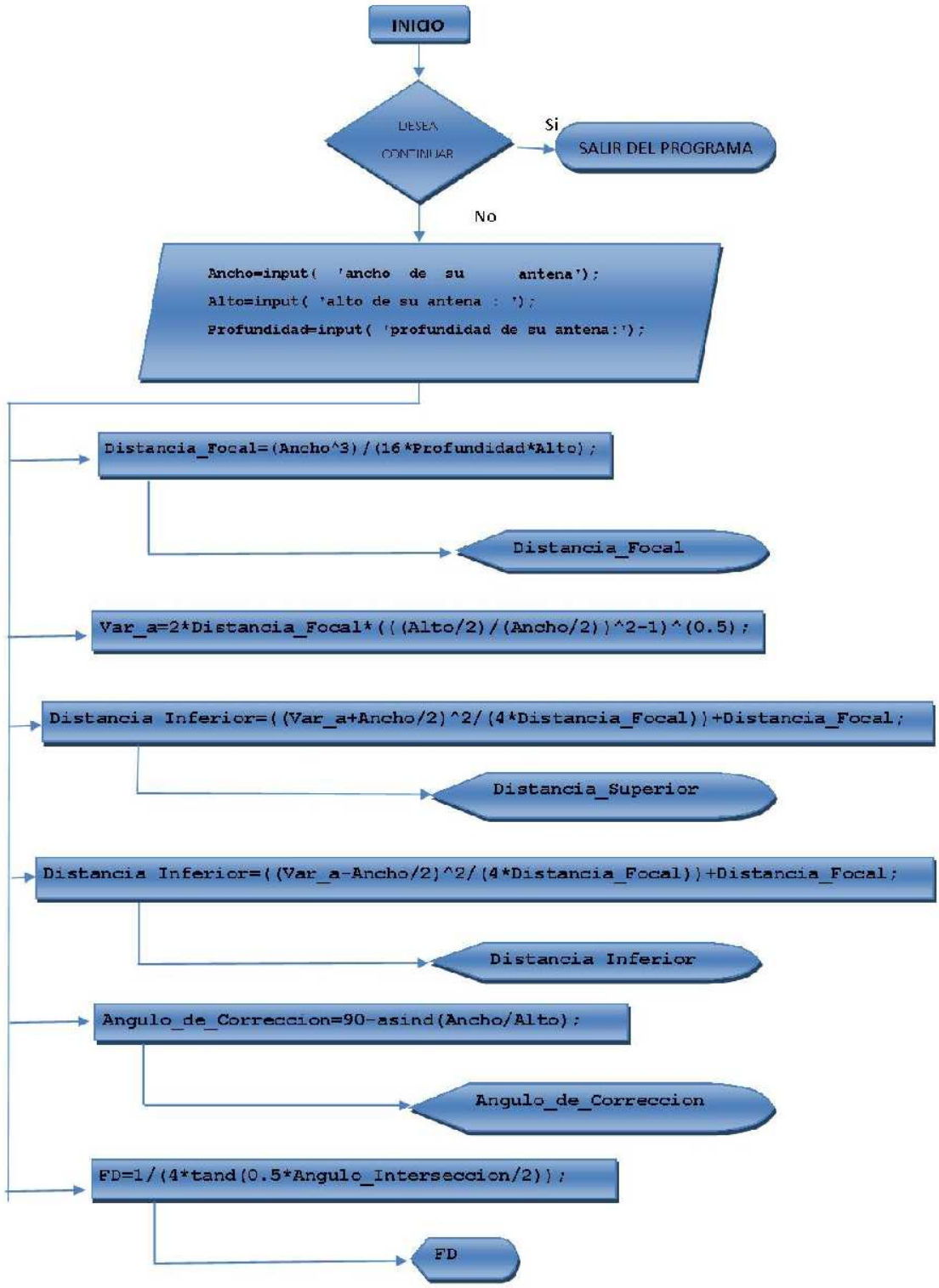


Figura 3. 7 Cálculo de los parámetros de una antena offset (Pantalla 3) Diagrama de Flujo.

3.2.3.3 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.).

Esta pantalla permite en la introducción de datos necesarios para implementar el sistema de multi-recepción satelital los cuales se mostrarán en la pantalla 5. La Pantalla 4 está constituida por las siguientes componentes:

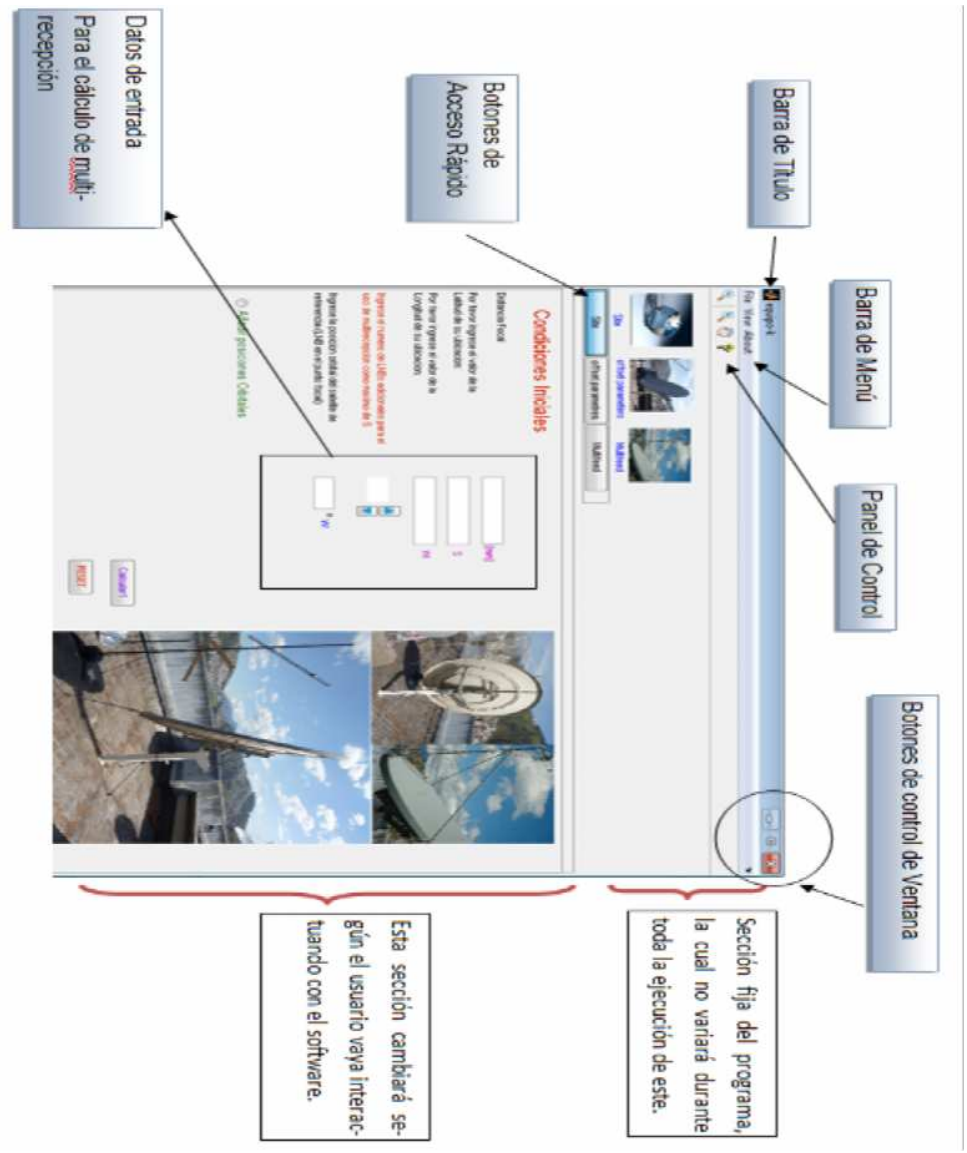


Figura 3. 8 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.).

Su desarrollo se puede observar en el siguiente diagrama de flujo:

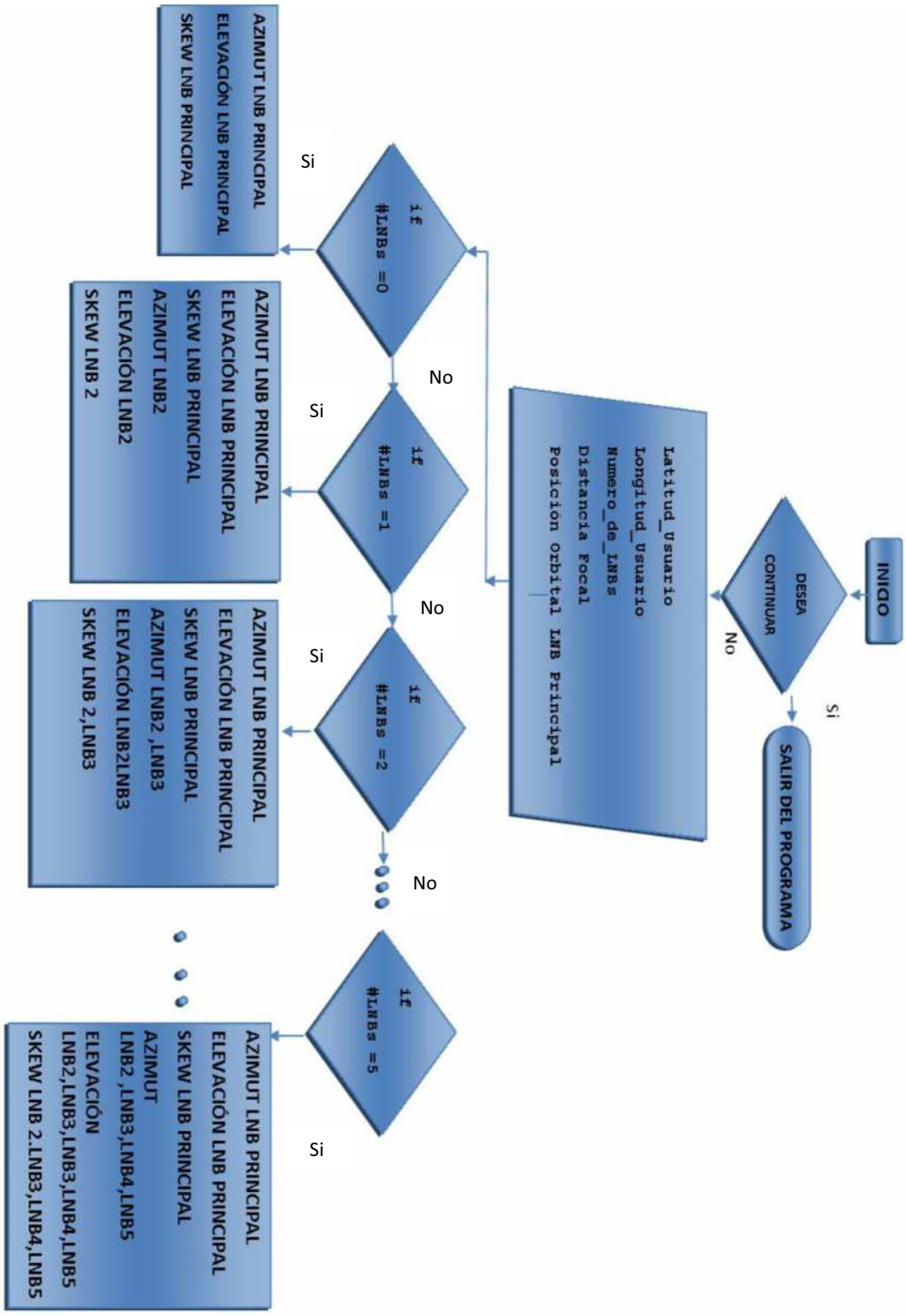


Figura 3. 9 Interfaz Introducción de datos iniciales para el cálculo de multi-recepción (pantalla 4.). Diagrama de Flujo.

3.2.3.4 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.)

El desarrollo de la pantalla 5 se basa en la obtención de resultados al realizar cálculos para el diseño de un sistema de multi-recepción, para lo cual se usa un diagrama referencial de los distintos LNBs secundarios a partir de un principal, teniendo en cuenta que todos se ubican a un cierto radio el cual es la distancia focal, por lo que este diagrama es en dos dimensiones.

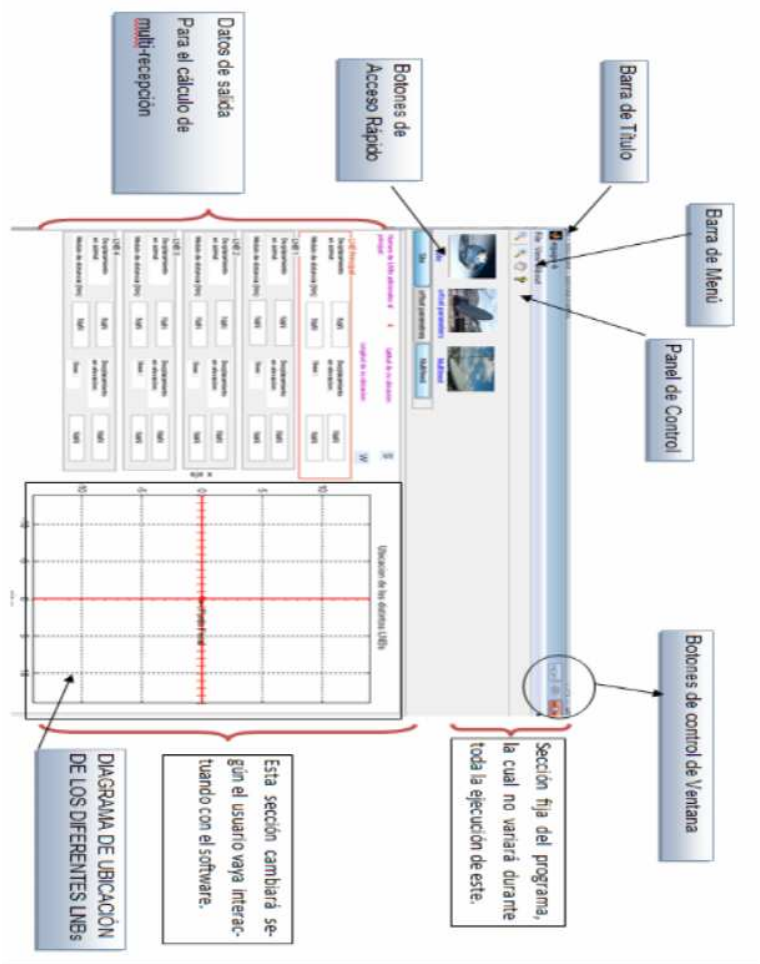


Figura 3. 10 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.)

A continuación se muestra el diagrama de flujo usado para el diseño de esta aplicación.

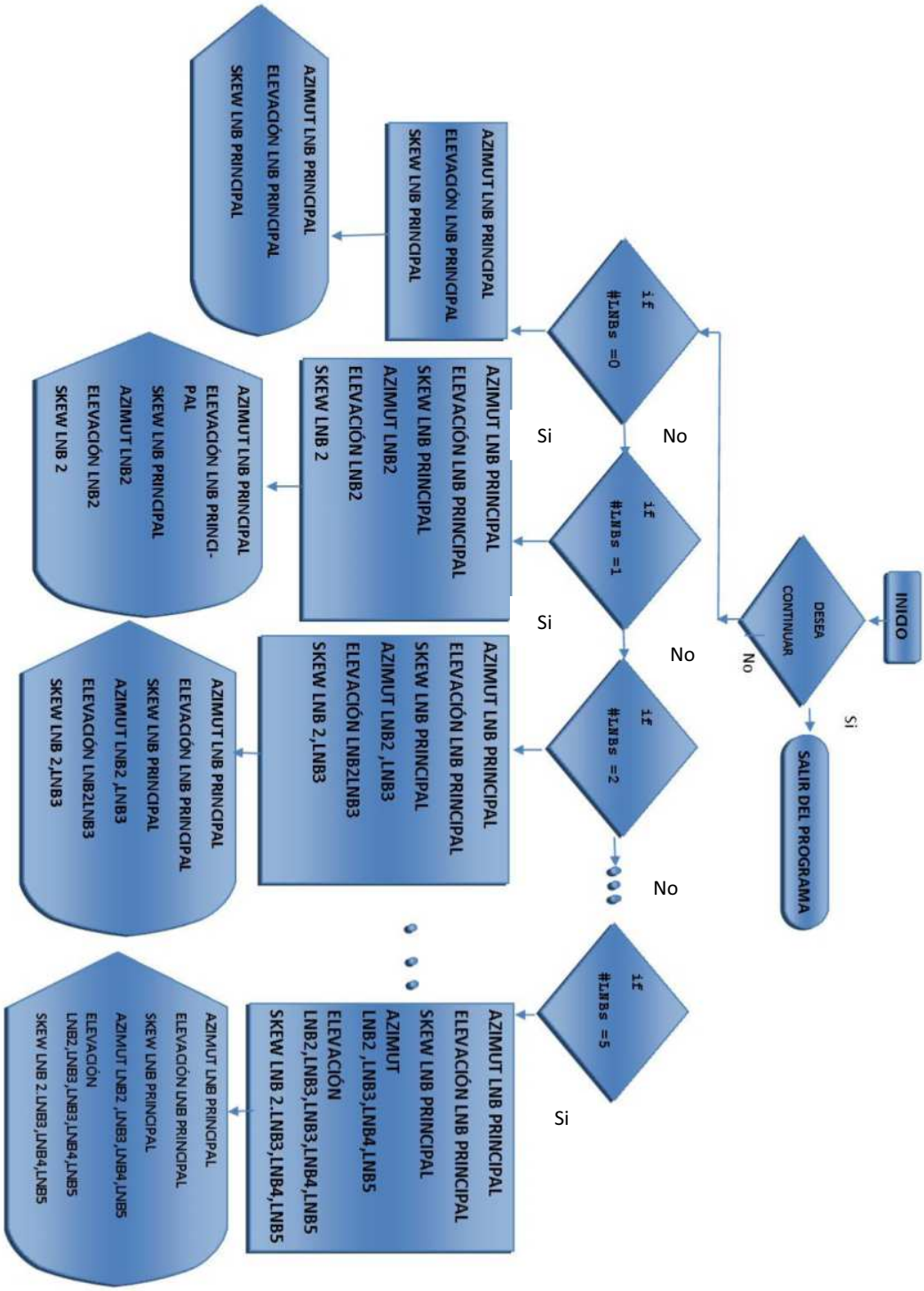


Figura 3. 11 Presentación de resultados obtenidos para la ubicación de los distintos LNBs. (Pantalla 5.) Diagrama de Flujo.

3.2.4 PROGRAMA Y PRUEBAS.

El código fuente desarrollado para la presente aplicación se encuentra en el CD anexado al correspondiente proyecto de titulación.

A continuación se presenta las pruebas de funcionamiento del software, para posteriormente en conjunto con las medidas resultantes del modelo geométrico, realizar una comparación de los mismos a fin de determinar errores.

3.2.4.1 Cálculo del Punto Focal.

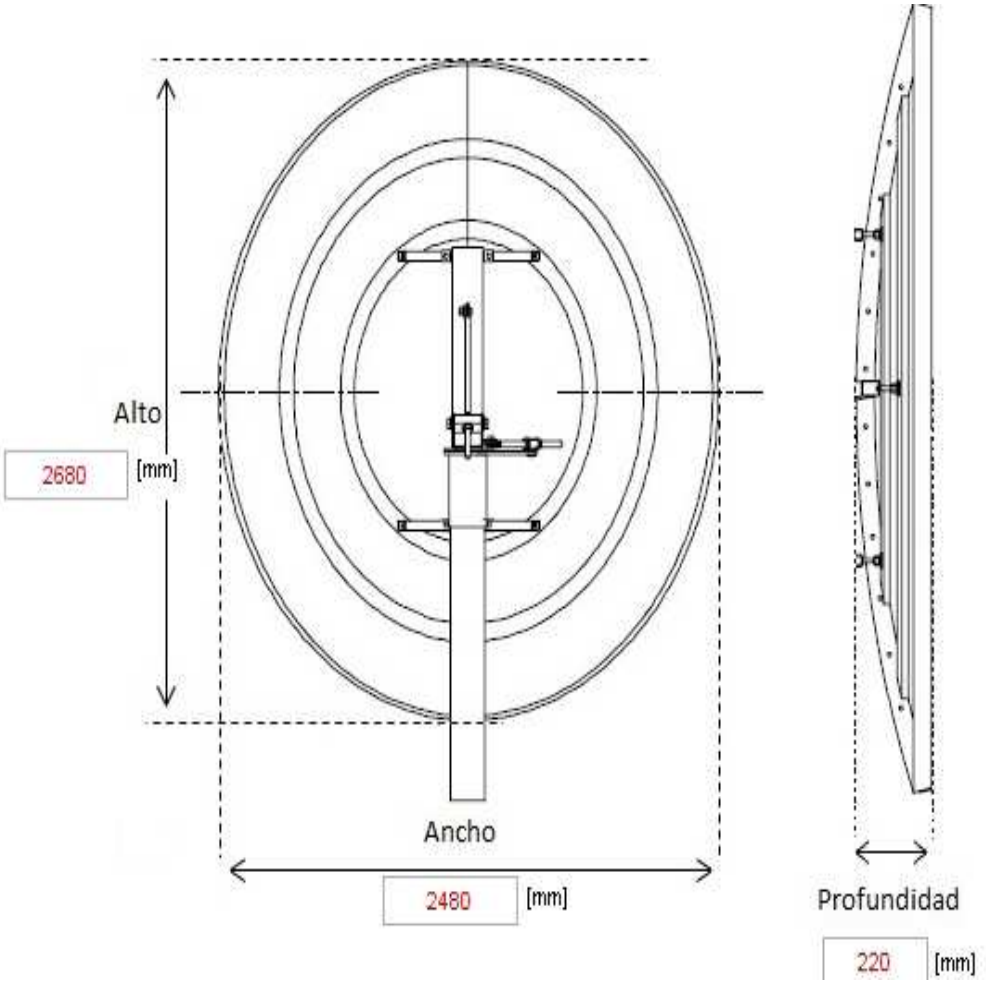


Figura 3. 12 Ingreso de Datos para el cálculo de la Distancia Focal.

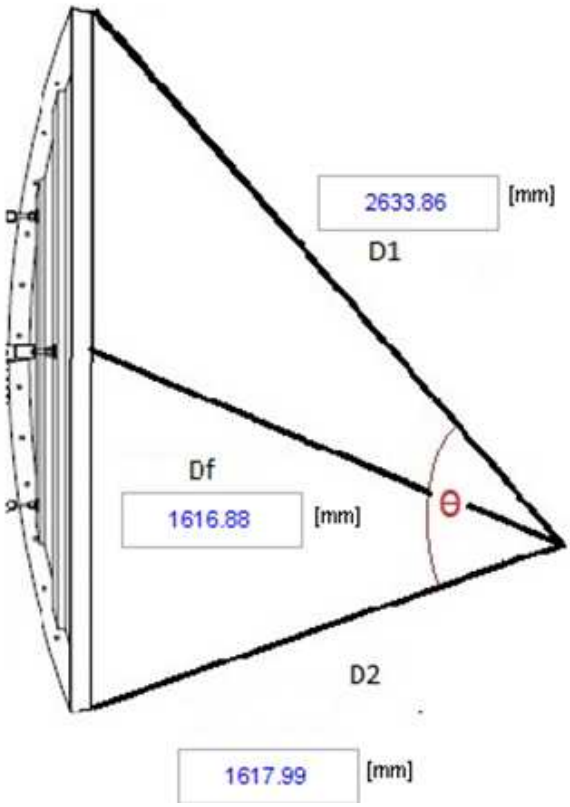


Figura 3. 13 Resultados Calculados a través del Software.

3.2.4.2 Cálculo de los parámetros de multi-recepción.

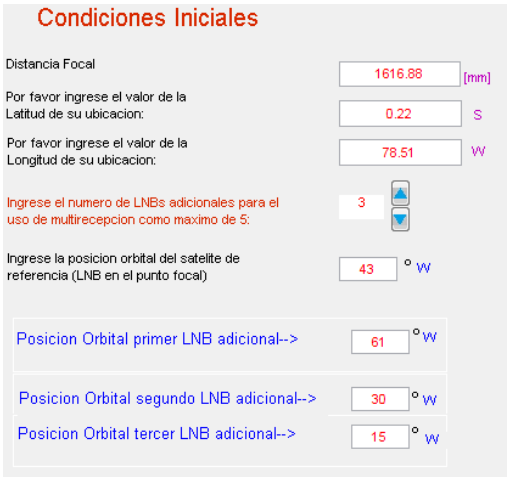


Figura 3. 14 Ingreso de Datos para el cálculo de Multi-recepción.

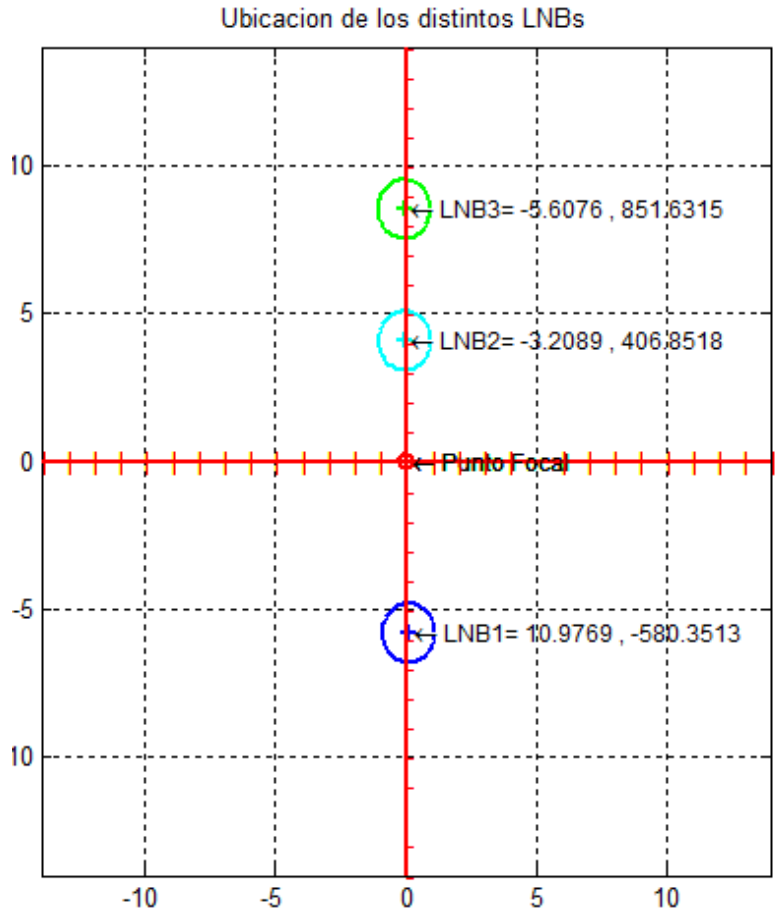


Figura 3. 15 Disposición de los distintos LNBs a partir del LNB principal.

	h(i)	k(i)	modulo
1	10.9769	-580.3513	580.4551
2	-3.2089	406.8518	406.8645
3	-5.6076	851.6315	851.6500

Tabla 3. 1 Resultados Finales en coordenadas rectangulares y Módulo de la separación entre LNBs.

3.2.4.3 Análisis y Comparación de resultados obtenidos por el software con datos mediadas tomadas en la estructura real.

Para el cálculo de error se procedió al cálculo a partir de la siguiente expresión:

$$\%Error = \left| \frac{ValorMedido - ValorCalculado}{ValorMedido} \right| * 100\%$$

SATÉLITE	MÓDULO CALCULADO [mm]	MÓDULO MEDIDO [mm]	ERROR %
Distancia Focal	1616.88	1770	8.65
Radio1	1790	1770	1.117
Radio2	1785	1770	0.84
Radio2	1760	1770	0.569
Módulo 1	580.4551	570	1.83
Módulo 2	406.8645	460	11.55
Módulo 3	851.6376	980	13.098

Tabla 3. 2 Resultados Finales a partir del Análisis y Comparación de resultados obtenidos por el software con datos mediadas tomadas en la estructura real.

BIBLIOGRAFÍA.

- www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2herramientas.php
- *www.mathworks.com/**help**/techdoc/*
- http://es.scribd.com/doc/15532859/MANUAL-DE-GUI-EN-MATLAB
- http://www.ftachile.com/foro/showthread.php?757-que-ocurre-con-la-se%F1al-cuando-hacemos-un-multiffed
- http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2herramientas.php
- http://www.analyzemath.com/parabola/parabola_focus.html
- http://www.engineerintrainingexam.com/eit-review/mathematics-for-engineering/straight-lines-and-conics/
- http://en.wikipedia.org/wiki/Offset_dish_antenna
- http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/index.php
- http://www.taringa.net/posts/info/9401247/como-instalar-y-orientar-una-antena-satelital.html
- Apuntes de Clase Ing. Byron Duque.

CAPÍTULO IV

4. DESCRIPCIÓN DE COSTOS.

4.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presenta un presupuesto referencial de los equipos e inversión necesarios para la instalación y operación del sistema de multi-recepción satelital. El presupuesto determinado indica la cantidad de dinero a ser invertido para la implementación del Proyecto, cabe resaltar que existen variables que han favorecido una ostensible disminución del valor del mismo tales como oportunidades de mercado aprovechadas en casos puntuales como la compra de la antena utilizada.

4.2 LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO.

En la siguiente tabla se presenta un listado de los equipos utilizados con la cantidad de los mismos a emplearse en la implementación del sistema multi-recepción satelital.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Antena para banda Ku de plato reflector parabólico	1
Estructura metálica para ubicación de LNBs	1
LNBs simples para banda Ku	4
Cable Coaxial RG6 (Bobina)	1
Conectores tipo F para cable coaxial RG6	20
Sat Finder	1
IRD (Modelo AZAmerica S-900)	1
Materiales de ferretería variado (pernos, tornillos. arandelas, rodelas, etc.)	Varios

Tabla 4. 1 Materiales utilizados en la implementación del proyecto.

A continuación se realiza una clasificación de los materiales empleados con su respectivo costo.

4.2.1 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA (ANTENA PARABÓLICA, ESTRUCTURA).

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
Antena para banda Ku de plato reflector parabólico	1	600	$600
Estructura metálica para ubicación de LNBs	1	160	$160
Materiales varios de ferretería para instalación	varios	20	$20
COSTOS DE INFRAESTRUCTURA			**$780**

Tabla 4. 2 Costos de Equipos Activos de la Red.

4.2.2 COSTOS EQUIPOS DE RECEPCIÓN Y MEDICIÓN.

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
LNBF 0.1 DB KU UNIVERSAL CON SOPORTE	4	14,44	$57.76
PRO DIGITAL SATELLITE FINDER SAT SIGNAL METER MF-1900	1	199.99	$199.99

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
RECEPTOR AZAMERICA S-900	1	250	$250
COSTOS EQUIPOS DE RECEPCIÓN Y MEDICIÓN			**$507.75**

Tabla 4. 3 Costos Equipos de recepción y medición.

COSTOS DE MATERIALES DE CABLEADO Y CONEXIÓN.

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
CABLE RG6 COAXIAL (BOBINA)	1	48	$48
CONECTORES RG6 TIPO F	30	0.35	$10.50
MATERIALES NECESARIOS PARA INSTALACI ÓN (CORTADORA, CLIPEADORA, ETC)	VARIOS	25	$25
COSTOS DE MATERIALES DE CABLEADO Y CONEXIÓN			**$83.50**

Tabla 4. 4 Costos de Materiales de cableado y conexión.

4.2.3 COSTOS DE MATERIALES EMPLEADOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA ANTENA PARABÓLICA.

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD (Metros)	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
PERNOS, TORNILLOS Y ARANDELAS	VARIOS	5.14	$5.14
MATERIAL PARA SEÑALIZACI ÓN (PINTURA, CINTAS DE	VARIOS	4.35	$4.35

DESCRIPCI ÓN	CANTIDAD (Metros)	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
PRECAUCI ÓN, ETC)			
COSTOS DE MATERIAL FERRETERIA VARIOS			**$9.49**

Tabla 4. 5 Costos de Material Ferretería varios.

4.3 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

Finalmente se procede a integrar todos los costos desglosados por categorías con el objetivo de brindar un costo total referencial de todos los equipos e insumos necesarios para la implementación del sistema de multi-recepción satelital, como lo indica en resumen la siguiente tabla.

DESCRIPCIÓN	COSTOS
COSTOS DE INFRAESTRUCTURA (ANTENA, ESTRUCTURA).	**$780**
COSTOS EQUIPOS DE RECEPCIÓN Y MEDICIÓN	**$507.75**
COSTOS DE MATERIALES DE CABLEADO Y CONEXIÓN	**$83.50**
COSTOS DE MATERIAL FERRETERIA VARIOS	**$9.49**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	**$1380.74**

Tabla 4. 6 Costo total del Proyecto

CAPÌTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes del diseño y construcción de un sistema multi-recepción para televisión satelital aplicando varios receptores (LNBs) sobre un reflector único.

5.1 CONCLUSIONES.

- La estructura metálica utilizada en el presente proyecto fue diseñada para ajustarse al tamaño de la antena, así como a las condiciones que presta la superficie de la terraza del Edificio de Química-Eléctrica y a los permisos restringidos para operar en la misma.

- Con la realización del presente proyecto se logra comprobar que es posible la implementación de un sistema de multi-recepción satelital para la región en que se encuentra el Ecuador, manteniendo un nivel aceptable en su funcionamiento.

- Este tipo de recepción satelital (multi-recepción) conlleva un proceso de instalación y operación más complejo comparado con una recepción tradicional de un satélite simple, debido al manejo de una serie de variables simultáneamente.

- La elaboración de una estructura adicional para la ubicación de los LNB puede encarecer el presupuesto del sistema; dependiendo del tipo de antena, satélite a receptar y tamaño de la antena parabólica instalada. Sin

embargo el factor más importante que el sistema de multi-recepción debe cumplir es el concepto de mantener la menor cantidad de “sombra” sobre el plato reflector para no afectar su desempeño.

- Las diferencias entre los cálculo teóricos y prácticos se ven justificados por factores externos al modelo como el deterioro de la antena, lo cual afectó en la mecánica de la misma, así como también la irregularidad del suelo en donde se realizó la instalación; finalmente otro factor que influye en el rendimiento del sistema son las adaptaciones realizadas a la antena de su modelo original.

- El material de la estructura fue elegido metálico, por sus características estructurales las cuales brinda más resistencia a factores como el viento, menos deterioro como otros, costo, firmeza y solidez al momento del ensamblado.

- El presupuesto referencial del presente proyecto es relativamente alto en comparación a proyectos similares, las principales razones para este elevado presupuesto radican en el hecho de que por motivos de recepción se debe procurar obtener una antena de gran dimensión que provea al sistema de una alta ganancia, cabe resaltar que la antena ha sido adquirida aprovechando una oportunidad de mercado ya que de no ser así el caso el presupuesto se vería elevado en un margen considerable. Finalmente cabe mencionar que la adquisición de elementos complementarios para la instalación como cable, conectores, LNBs, etc., así como la construcción de una estructura metálica externa para la ubicación de los diferentes LNBs eleva sustancialmente el presupuesto.

- El diseño e implementación del sistema multi-recepción realizado en la Facultad de Eléctrica-Química de la Escuela Politécnica Nacional, con sus diferentes consideraciones y criterios deben ser considerados como una guía para futuras aplicaciones afines al mismo, sin embargo no se debe ser visto como un lineamiento cerrado, sino más bien propenso a un

mejoramiento de sus características que conlleve a una elevación de los resultados a obtenerse.

- El sistema de multi-recepción puede ser usado para otro tipo de combinaciones de recepciones satelitales, tomando en cuenta las consideraciones y principios con los que se partió en este proyecto de titulación.

- En ningún caso se debe esperar un rendimiento individual de cada satélite captado, mayor al que se puede obtener con el sistema tradicional de recepción simple, esto se explica debido a que en multi-recepción los LNBs secundarios nunca aprovechan en su totalidad la reflexión de la parábola.

- El uso del decodificador AZAmerica fue designado debido a su ambiente amigable con el usuario y su sensibilidad para captar los transponder de cada satélite presente en el sistema multi-recepción.

- El margen de desplazamiento en Azimut es muy pequeño, lo que lo vuelve despreciable en todo sentido, para la implementación de la multi-recepción lo que hace que el movimiento en el sentido del ángulo de elevación como fundamental en el presente proyecto.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que con el fin de tener un óptimo funcionamiento de la antena instalada se construya una loseta que permita brindarle a la misma mayor estabilidad de su base y por ende de su plato reflector; cabe resaltar que una instalación correcta y el mantenimiento que se brinde a la antena debe ser en extremo prolijo ya que de este factor dependerá su correcto funcionamiento y rendimiento.

- Se recomienda que al momento de la elección del plato reflector se tome en cuenta los satélites que desea recibir y sus huellas como una guía mas no como una condición definitiva, ya que de tener una dimensión considerable se puede llegar a obtener señales de satélites con poco alcance o de recepción relativamente débil para esta región.

- Se recomienda el uso de antenas de diámetros iguales o mayores a las de 1.8 m en caso de este tipo de multi-recepción ya que a pesar del hecho de existir satélites contiguos como es el caso del Amazonas y el Intelsat 9, este último necesita diámetros mayores del plato reflector para su recepción en comparación al primero.

- Se recomienda que para la implementación de un sistema multi-recepción se debe considerar el uso de antenas compatibles con las bandas de frecuencia donde se espera que opere el mismo, ya que de no ser este el caso se corre el riesgo de que el rendimiento puede ser mucho menor del esperado.

- Se recomienda realizar pruebas con los satélites opuestos a los propuestos en este plan de titulación los cuales a pesar de las dificultades ya mencionadas como separación entre sí y huella en el Ecuador podrían mostrar resultados interesantes para futuros estudios.

- Se recomienda el diseño de nuevas estructuras para antenas de mayor diámetro al propuesto de titulación ya que q sus dimensiones pueden ser exageradas, ya que la separación de los LNBs, también depende del diámetro de la antena.

- La estructura diseñada para el proyecto de titulación puede ser modificada y adaptada para la investigación de multi-recepción para otras distintas combinaciones, como la de los satélites ubicados en el el lado oeste de la instalación de la antena parabólica.

- Si se usa como base al satélite StarOneC2 (70º W,) se puede obtener mejores resultados en satélites como el Amazonas (61º W), Intelsat (58º W), Hispasat (30º W), pero en contra parte se pierde la recepción del satélite Intelsat 11 (43º W).

- Se recomienda, de tener la infraestructura necesaria, la utilización de multi-recepción para antenas de banda C, las cuales poseen gran variedad de programación FTA.

GLOSARIO.

- **Cinturones de radiación Van Allen:** Son área en forma de anillo y de superficie toroidal, donde las partículas energéticas, tales como protones y electrones se limitan por el campo magnético de la Tierra. Pueden causar daños a la electrónica y los componentes eléctricos del satélite.

- **Frecuencia de oscilador:** frecuencia que permite sintonizar el LNB de acuerdo a las especificaciones del oscilador local y de las señales de receptadas.

- **Norte Geográfico:** Es uno de los dos lugares de la superficie del planeta que coincide con el eje de rotación; es opuesto al Polo Sur. Norte Magnético es el punto de la superficie terrestre que atrae el extremo de la brújula.

- **Órbita geoestacionaria:** Es aquella en el plano del ecuador donde los satélites cumplen una circunvolución completa alrededor de la Tierra en un día, girando a una velocidad angular igual a la de la tierra, por lo que parecen estar inmóviles con respecto a un punto fijo.
- **Paraboloide:** Superficie tridimensional curva, o sólido formado por una parábola alrededor de su eje.

- **PIRE:** (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) Es el producto de la potencia que alimenta la antena transmisora por la ganancia de dicha antena .Esta potencia es la que ofrece el transmisor tras pasar por el alimentador, con sus respectivas perdidas.

- **Puntos de Media Potencia :** Puntos en los cuales el rendimiento de un dispositivo disminuye en un valor de 3dB lo cual nominalmente indica un descenso de 50% en su rendimiento.

- **SCPC (Single Channel Per Carrier):** se refiere al uso de una sola señal a una frecuencia y ancho de banda dados en mayoría utilizados en los satélites de difusión para indicar que las estaciones de radio no son multiplexados o divididas en subportadoras sobre un solo vídeoportador.

- **Transponder(transmisor-receptor):**es una cadena completa de dispositivos montados sobre un satélite artificial de telecomunicaciones, que permite recibir señales de

radiocomunicación emitidas desde cierta región de la Tierra en una frecuencia, las convierte a otra frecuencia, las amplifica, para luego ser retransmitida a una cierta zona de la Tierra".

- **Banda BSS (Broadcast Satellite Service):** Frecuencias para servicios de radiodifusión por satélite. En Europa, estas frecuencias comprenden la sub-banda de 10,7 a 11,7 GHz para recepción y 17,3 a 18,1 para transmisión.
- **Banda FSS (Fixed Satellite System):** Esta gama de frecuencias, comprendidas entre 10,7 y 11,7 GHz, es una subdivisión de la banda Ku.
- Banda C: Banda de frecuencias de 3,7 a 4,2 GHz para recepción. Para transmisión de 5,9 a 6,4 GHz.
- **DBS (Direct Broadcasting Satellite):** Concepto que se maneja con relación a satélites de Banda Ku que utilizan tubos de dimensión de potencia muy fuerte, como es el caso de TDF(), TV Sat () y Tele X ().
- **IRD (Integrated Receiver Decoder):** Equipo que en conjunción con una tarjeta inteligente, permite al usuario el acceso al servicio. En el caso de la recepción digital, el decodificador se encuentra integrado en el receptor.
- **DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite):** Es una especificación europea de emisión digital para televisión a través del satélite, asociada al formato de compresión MPEG-2.
- **MPEG2 (Moving Pictures Experts Group 2):**Es la designación para un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo acordado por grupo de expertos en imágenes en movimiento.
- **Modulación:** Conjunto de técnicas que procura consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir.
- **GUI (Graphical User Interface):** Es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.
- **GUIDE (Graphical User Interface Development Environment):** Es un set herramientas que se extiende por completo al soporte de MATLAB que permite la elaboración simplificada de GUI.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros y Tutoriales.

- EVANS B.G.; SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS; The Institution of Engineering and Technology; Londres; 2008
- FLORES, Fernando; "COMUNICACIONES SATELITALES"; EPN, 2009.
- EGAS, Carlos; "COMUNICACIONES SATELITALES"; EPN, 2009.
- CLUB. EL SABER ELECTRÓNICA; "TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV"; 5ta Edición; Editorial Quark;2006.
- Club. El saber electrónica ;TIPOS DE ANTENAS PARABÓLICA-COMUNICACIONES VIA SATÉLITE Y RECEPCIONES DE TV ; 5ta Edición; Editorial Quark;2006
- VALLEJO Horacio. "Recepción de Señales Vía Satélite Manual de Instalación de Antenas Parabólicas". Saber Electrónica.
- Comunicaciones Vía Satélite y Recepción de TV. 5ª edición. Colombia: Editorial Quark, 2007.
- ROSADO Carlos. Comunicación por Satélite. AHCIET, 2000. I.S.B.N.: 84-87-644-42-2.
- TOMASI Wayne, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.
- GALVÁN Roberto, Diseño de Redes de Comunicaciones por Satélite para Nuevos Servicios de Banda Ancha.

Páginas de Internet.

- http://edutechne.com.ar/forumsur/comunica_sat.pdf
- http://www.mediasoluciones.com/acimut/
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_artificial
- http://www.cantv.com.ve/seccion.asp

- http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882
- http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=1882
- http://www.ea1uro.com/proteccioncivil/vdm028.htm
- http://www.kalipedia.com/informatica/tema /graficos-disposicion-orbitas-diferentes
- http://www.com.uvigo.es/asignaturas/scvs/trabajos/curso0203/dvb-s/DVB-S.pdf
- http://ftapinamar.blogspot.com/2010/12/ calcular-la-distancia-al-segundo-lnb.html
- http://anakarinaw.wordpress.com/
- http://formacion.plcmadrid.es/descargas /docs/que_es_un_lnb. pdf
- http://www.mayortec.com.mx/index.php?main_page=product_info&products_id=228
- www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2herramientas.php
- www.mathworks.com/**help**/techdoc/
- http://es.scribd.com/doc/15532859/MANUAL-DE-GUI-EN-MATLAB
- http://www.ftachile.com/foro/showthread.php?757-que-ocurre-con-la-se%F1al-cuando-hacemos-un-multiffed
- http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2herramientas.php
- http://www.analyzemath.com/parabola/parabola_focus.html
- http://www.engineerintrainingexam.com/eit-review/mathematics-for-engineering/straight-lines-and-conics/
- http://en.wikipedia.org/wiki/Offset_dish_antenna
- http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/index.php
- http://www.taringa.net/posts/info/9401247/como-instalar-y-orientar-una-antena-satelital.html
- Apuntes de Clase Ing. Byron Duque.

Anexo 1

Manual Instalación y Operación del sistema de Multi-recepción Satelital con un solo plato reflector

16/2/2012

MANUAL DE INSTALACION Y OPERACION

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

SISTEMA MULTI-RECEPCIÓN PARA TELEVISIÓN SATELITAL APLICANDO VARIOS RECEPTORES (LNB) SOBRE UN REFLECTOR ÚNICO.

Por:

LUIS JAVIER ANDRADE PAZMIÑO

RAMIRO XAVIER TERÁN SUBÍA

CONTENIDO

CONTENIDO II
INTRODUCCIÓN IV
CARACTERISTICAS. V
MANUAL DE INSTALACION Y OPERACIÓN. 1
1. OPERACIONES PREPARATORIAS. 1
1.1 MATERIALES PARA LA INSTALACION 2
1.2 COMPONENTES DE LA ANTENA. 3
1.3 MONTAJE DE LA ANTENA. 3
1.3.1 Ensamblaje de las partes de la parábola 4
1.3.1 Ensamblar las piezas de fijación 5
1.3.2 Instalar la parábola al mástil 6
1.4 CONEXIÓN DE LOS CABLES. 7
1.5 ORIENTACIÓN DE LA PARÁBOLA. 8
1.5.1 Recomendaciones para el establecimiento de multifeed o multi-feed 11
1.6 INSTALACION DE UNA ANTENA CON MULTI-LNB 12
2. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE. 13
INTRODUCCIÓN. 13
2.1 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE. 14

TABLA DE FIGURAS

Ilustración 1 Herramientas necesarias para la instalación. 3
Ilustración 2 Ensamblaje de las partes de la parábola. 5
Ilustración 3 Ensamblaje de las piezas de fijación. 6
Ilustración 3 Ensamblaje de las piezas de fijación. 6
Ilustración 5 Antena instalada 7
Ilustración 6 Ponchado del cable..... 8
Ilustración 6 Esquema...... 9
Ilustración 7 Esquema...... 11
Ilustración 8 Multi-recepción...... 13
Ilustración 2 Ruta de destina de Archivos. 14
Ilustración 3 Interfaz de bienvenida...... 15
Ilustración 4 Componentes de la interfaz 15
Ilustración 5Componentes de la interfaz site...... 16
Ilustración 6 Condiciones Iniciales. 17
Ilustración 7 Ingreso de las condiciones iniciales. 17
Ilustración 8 Posiciones Orbitales 18
Ilustración 9 Pestaña Offset Multifeed...... 19
Ilustración 10Información de azimut y elevación. 19
Ilustración 11 Tabla de resumen. 20
Ilustración 12 Posición de los distintos LNBs. 21
Ilustración 13 Pestaña Offset Parámetros...... 21
Ilustración 14Ingreso de parámetros de la antena. 22
Ilustración 15Distancia Focal..... 22
Ilustración 16Información Adicional...... 23

INTRODUCCIÓN

Manual de funcionamiento del desarrollo de la interfaz gráfica en Matlab para el proyecto de titulación.

Este programa permite el cálculo de la orientación de la antena con respecto a un satélite conociendo su posición orbital, es decir que el desarrollo de este software contiene la información necesaria para ajustar la antena satelital a un satélite seleccionado.

El software es muy amigable por lo que no requiere de mayores conocimientos para la introducción de las diferentes variables.

CARACTERISTICAS.

Principales Características:

- Calcula el ángulo de azimut y elevación.
- Cálculo del ángulo de inclinación del LNB.
- Calcula el ángulo de desfase de la antena offset.
- Cálculo de la relación f/D.
- Cálculo del punto focal y más parámetros que nos ayudaran a ubicar dicho punto.
- Detección de coordenadas en Ecuador.
- Cálculo de la ubicación de hasta 5 LNBs adicionales para multi-recepción.
- Simulación de la ubicación de los distintos LNBs, con respecto a un punto.
- Requiere el sistema operativo Windows instalada en la computadora.
- Amigable para el usuario.
- Fácil manejo.

MANUAL DE INSTALACION Y OPERACIÓN.

1. OPERACIONES PREPARATORIAS.

Antes de proceder a la instalación de un sistema satelital se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- No colocar el plato reflector de la antena satelital cerca de instalaciones de alto voltaje.
- En caso de trabajar en alturas considerables, es aconsejable tomar las medidas necesarias tanto para la seguridad del instalador como del resto de personas que interactúan en las inmediaciones de la instalación.
- El lugar elegido para la instalar la base de la antena, debe ser una superficie firme y estructuralmente solida, debido a que la antena soportara fuertes vibraciones por condiciones climáticas como lluvias, nevadas o granizadas, tormentas eléctricas así como variaciones en la velocidad y dirección del viento.
- Hacer el montaje de la antena y preparación del cable coaxial en el suelo
- Estudio del lugar para la instalación de la antena: En el lugar de ubicación de la antena no debe existir obstrucciones entre el plato de la antena y el satélite, además evite instalar la antena en lugares donde pueda ser golpeada, empujada o movida.
- Se de procurar que la ubicación de la antena a una distancia relativamente cercana del receptor.
- Al igual que con cualquier otro tipo de construcción, en ocasiones un permiso puede ser necesario antes de instalar una antena.

1.1 MATERIALES PARA LA INSTALACION

- Taladro con la broca adecuada para el taco que hayas comprado.
- Llaves fijas (en caso de no tener, puedes usar una llave inglesa).
- Martillo.
- Llave inglesa
- Nivel.
- Brújula
- Destornilladores.
- Cutter o estilete.
- Alicate de corte o tijera.
- Silicona.
- Tacos metálicos de expansión.
- Tornillos hexagonales.
- Cable coaxial RG 6.
- Receptor o tarjeta PCI receptora.
- Conectores F.

- Inclinómetro.

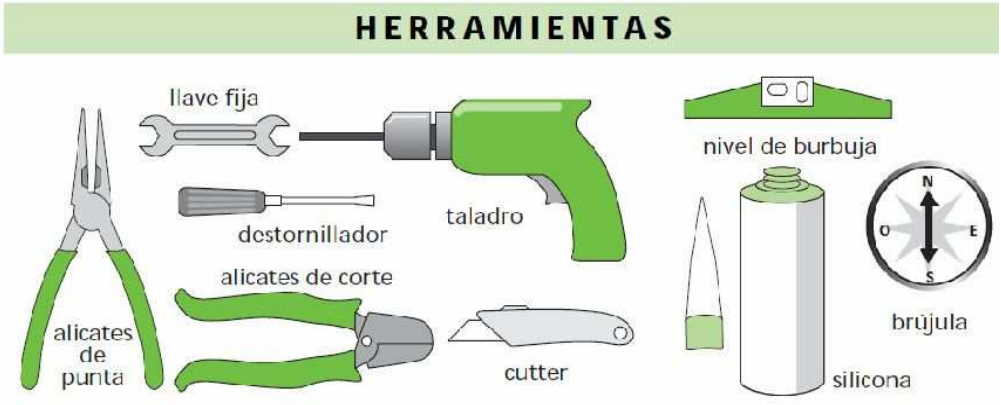


Ilustración 1 Herramientas necesarias para la instalación.

1.2 COMPONENTES DE LA ANTENA.

Por lo general estos son los componentes más comunes de una antena parabólica.

- Lnb
- Plato
- Brazo soporte de Lnb
- Mástil
- Base

1.3 MONTAJE DE LA ANTENA.

Dependiendo de la marca y modelo del plato que se posea, el montaje variará, además que la elección de la antena de penderá de:

- Los canales que se desea recibir.
- Los programas digitales de pago o analógicos.
- El satélite al cual te quieres enganchar.
- El número de satélites que se desea captar (una alternativa seria el uso de un sistema multi-recepción)

Cada fabricante facilita unas instrucciones de montaje muy detalladas que se deben leer atentamente antes de la instalación, sin embargo, se presenta una guía:

Ensamblar la antena sobre el suelo siguiendo las instrucciones:

1.3.1 Ensamblaje de las partes de la parábola

Ensamble las partes del plato sobre una superficie plana y colóquela boca abajo, para lo cual use arandelas planas, tuercas y tornillos como se muestra en la figura.

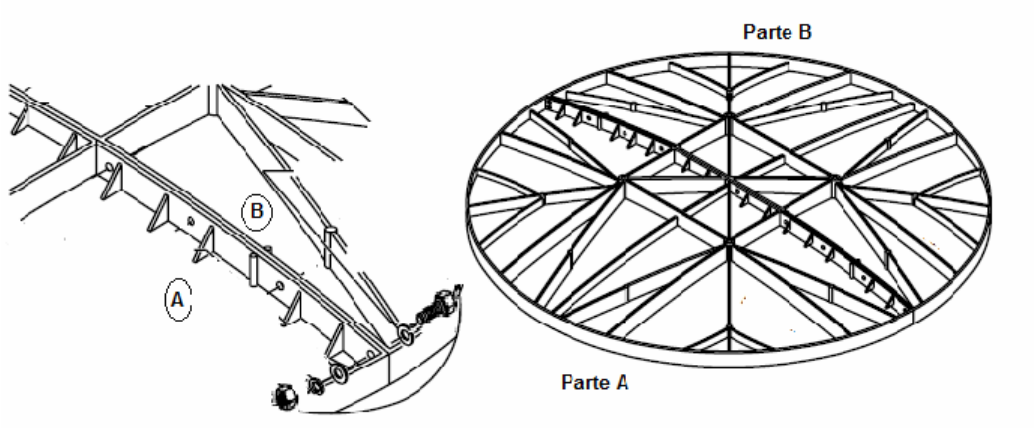


Ilustración 2 Ensamblaje de las partes de la parábola.

1.3.1 Ensamblar las piezas de fijación

En todos los casos, es muy importante que el mástil o el brazo de soporte de la antena este perfectamente vertical y rígido ya que debe permanecer inmóvil a pesar de las condiciones climáticas adversas. En ocasiones es necesario el uso de rompe vientos para marginar los efectos del viento.

Es aconsejable usar un nivel al momento de la instalación del mástil para que este permanezca con una inclinación de 0º.

En este caso ensamblamos el tubo inferior con el superior, hecho eso a continuación procedemos a acoplar el mástil ya ensamblado con la parte de soporte donde descansara el plato.

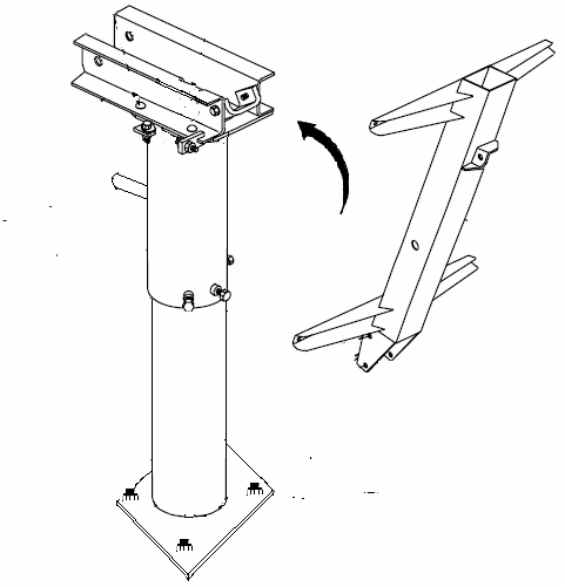


Ilustración 3 Ensamblaje de las piezas de fijación.

1.3.2 Instalar la parábola al mástil

Una vez que realizamos esta instalación procedemos a montar los platos sobre el soporte con tornillos, arandelas y tuercas.

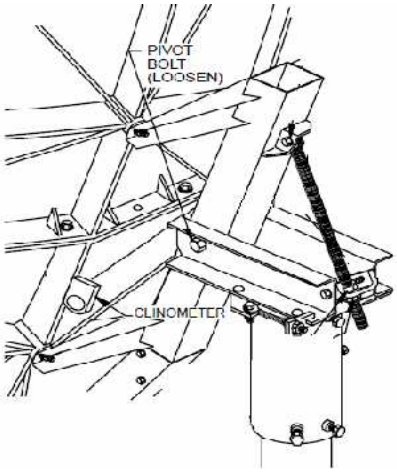


Ilustración 4 Ensamblaje de las piezas de fijación.

Al final solo queda fijar el brazo de offset y montar la cabeza de recepción.

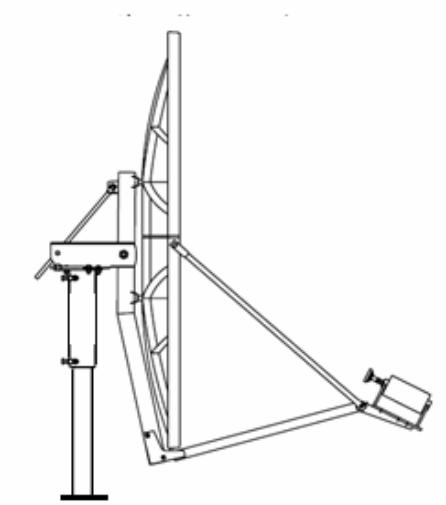


Ilustración 5 Antena instalada

1.4 CONEXIÓN DE LOS CABLES.

Con el cable coaxial ya colocado y fijado, pelamos ambos extremos y colocamos el conector F, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Pelar 1cm de aislante exterior del cable coaxial.
- Quitar el trenzado de cobre tirando hacia atrás.
- Cortar unos 6 mm del aislante central.
- Enroscar el conector en el cable.

Ilustración 6 Ponchado del cable

1.5 ORIENTACIÓN DE LA PARÁBOLA.

Una vez la antena instalada, ahora procederemos a la orientación.

La determinación de ángulos de elevación y de azimut necesarios para ajustar la antena, en función de la zona y del satélite que se desea recibir señal. Para esta operación debemos tener los datos de azimut, elevación y polarización.

Existen páginas web que pueden ayudar a conseguir esta información, o el uso de este programa que te proporciona este tipo de información dependiendo del tamaño de la antena y el satélite al cual deseamos engancharnos. Su funcionamiento se describe posteriormente.

- Si dispones de un SatFinder, debe intercalarse entre el LNB y el SatFinder.

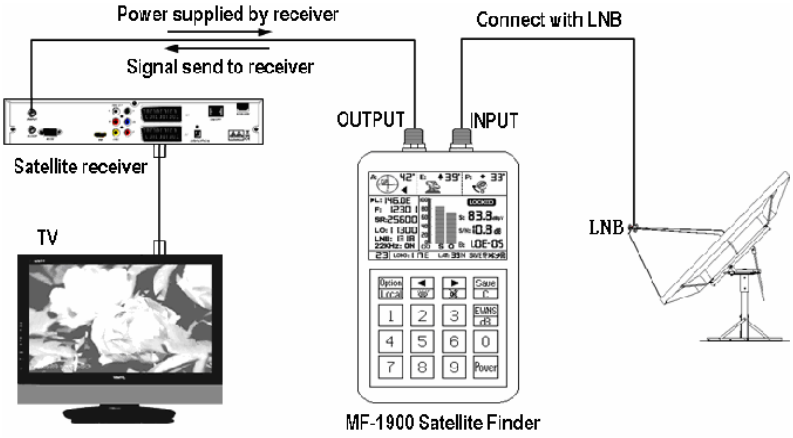


Ilustración 7 Esquema.

Por lo general los parámetros de configuración en un Satfinder o un de codificador son los siguientes:

L: posición orbital del satélite.

F ： Frecuencia del transpondedor.

SR ： Symbol Rate.

LO ： Frecuencia de oscilador

LNB ：Polarización 13 V（vertical），18V （Horinzontal）

- Si no dispones de SatFinder, puedes hacer lo siguiente:

    1. Llevar al lugar de instalación. el decodificador y el televisor y usar el indicador que suelen tener los programas de instalación propios de los decodificadores.
    2. Debes ajustar la elevación usando la propia escala de la antena
    3. Utilizando una brújula localice la posición en Azimuth del Satélite a ubicar.

4. Eleve la antena hasta obtener el ángulo de elevación provisto por el cálculo de Azimut y Elevación.

- Desplace la Antena sobre el eje horizontal hasta la posición indicada por los cálculos de referencia.
- Instale el instrumento elegido para monitorear la señal a ubicar.
- Desplace la Antena sobre el eje horizontal desde +10° hasta -10° de la posición calculada.
- Una vez ubicada la señal optimice el nivel de señal ajustando el ángulo de Azimuth.
- Una vez alineado el Azimuth se deberá ajustar el LNB y finalmente optimice el ángulo de elevación hasta compensar posibles desvíos surgidos del ajuste del LNB.
- Una vez finalizado el ajuste sobre los ejes horizontal y vertical ajuste la polarización rotando el alimentador ó FEED en aquellas antenas de polarización lineal. Este ajuste no es necesario en estaciones de polarización circular.
- Una vez finalizado el apuntamiento y apretados todos los tornillos, con el Satfinder conectado, observar si no existe disminución en la calidad de la señal.
- Desconectar el Satfinder y conectar directamente el deco al LNB.

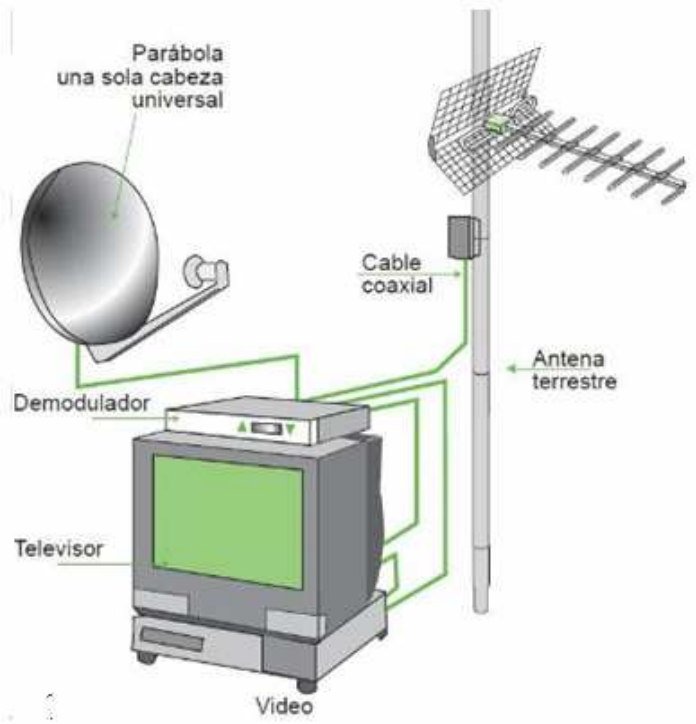


Ilustración 8 Esquema.

1.5.1 Recomendaciones para el establecimiento de multifeed

- Capturar satélite con señal más débil, como el LNB principal ya que este aprovechara al máximo la toda superficie de la antena.

- Todos los satélites estarán ubicados por encima o debajo del LNB principal debido a que la orbita geoestacionaria atraviesa al Ecuador de este a Oeste

- Los satélites que utilizaremos en nuestro sistema de multi-recepción estarán casi en el mismo azimut con unos pocos centímetros de diferencia con respecto al LNB principal.

- Los satélites que se encuentran en orbitas superiores al del LNB que escogimos como principal se ubicaran por debajo de este y los que se encuentran en orbitas inferiores se encuentran por encima de este.

1.6 INSTALACION DE UNA ANTENA CON MULTI-LNB

El plato actúa como un espejo y forma una imagen invertida de los satélites en una línea curva en la región central de la parábola cortándola verticalmente.

Los LNBs deben ser separados para satisfacer el azimut y la elevación de cada satélite señalando las diferencias de ángulo, con respecto al que se coloca como base, el principio es el mismo tanto para una antena offset como para una de foco central, en el siguiente grafico podemos apreciar que la señal recibida en los distintos lnb (1 y 2) son diferentes debido a que la señal del segundo satélite no es normal a la antena y la señal se ve disminuida en proporción al ángulo de diferencia entre los dos satélites, por esto es importante que, cuando realicemos un multifeed el satélite primario sea el de señal más débil y que el ángulo de separación de los satélites sea no muy grande.

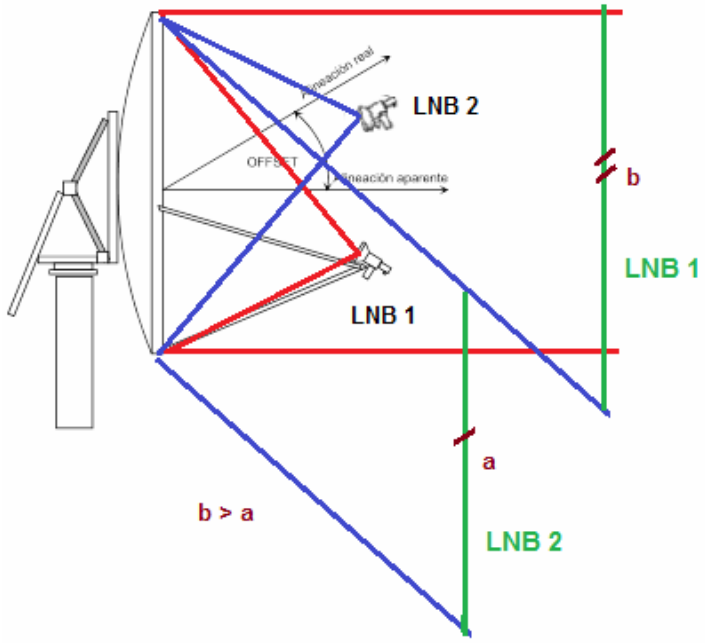


Ilustración 9 Multi-recepción.

Una desventaja del uso de multifeed es nuestra localización geográfica, ya que la mayoría de satélites están muy distantes unos de otros con respecto a su posición geográfica lo que involucra que en muchos de los casos se debe usar antenas de un tamaño relativamente mayor al que normalmente se usa sino aplicáramos multi-recepción.

2. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE.

INTRODUCCIÓN.

GUIDE (GraphicalUserInterfaseDevelopmentEnvironment) es un juego de herramientas que se extiende por completo el soporte de MATLAB, diseñadas para crear GUIs (GraphicalUser Interfaces) fácil y rápidamente dando auxiliando en el diseño y presentacion de los controles de la interfaz, reduciendo la labor al grado de seleccionar, tirar, arrastrar y personalizar propiedades.

Una aplicación GUIDE consta de dos archivos: .m y .fig. El archivo .m es el ejecutable y el .figla parte gráfica. Para ejecutar una Interfaz Gráfica, en este caso el nombre del programa es muestra.fig, simplemente ejecutamos en la ventana de comandos

>>muestra

2.1 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE.

Este programa ofrece varias opciones para configurarlo y adaptarlo según nuestras necesidades.

- Inicializamos nuestra la aplicación dependiendo del directorio de archivos en el cual estemos trabajando, la cual puede ser necesario cambiarla dependiendo de la ubicación de la dirección de destino de la carpeta que contiene el programa.

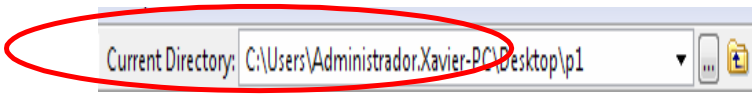


Ilustración 10 Ruta de destina de Archivos.

>>muestra

Desplegándose la interfaz de bienvenida

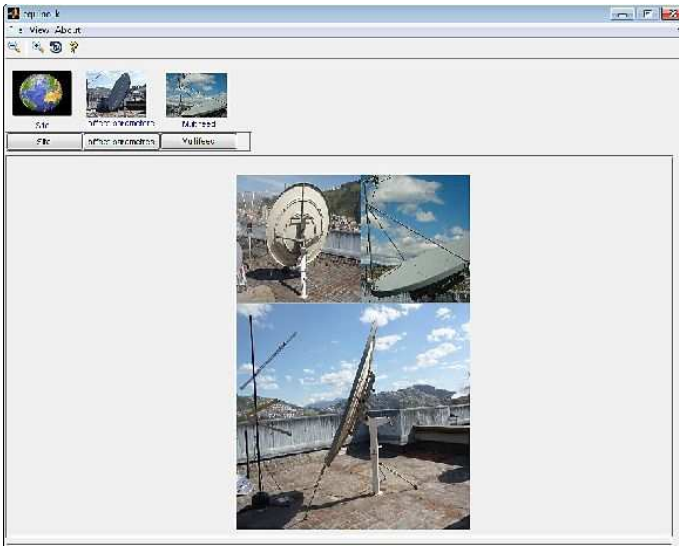


Ilustración 11 Interfaz de bienvenida.

- Para acceder a las diferentes funcionalidades del programa lo podemos realizar como se muestra en la figura:

Ilustración 12 Componentes de la interfaz

- En site ubicamos las condiciones iniciales para los diferentes cálculos del programa, como la ubicación referencial de los LNBs para multirecepción

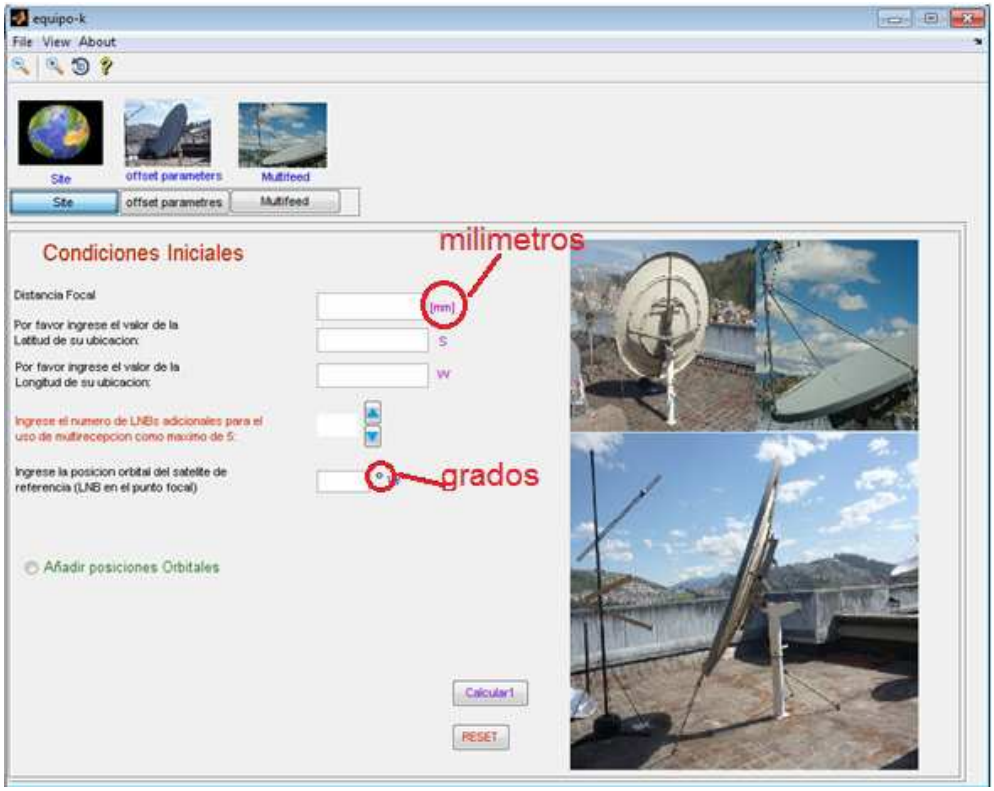


Ilustración 13Componentes de la interfaz site.

Las unidades utilizadas son milímetros [mm] y grados [º]

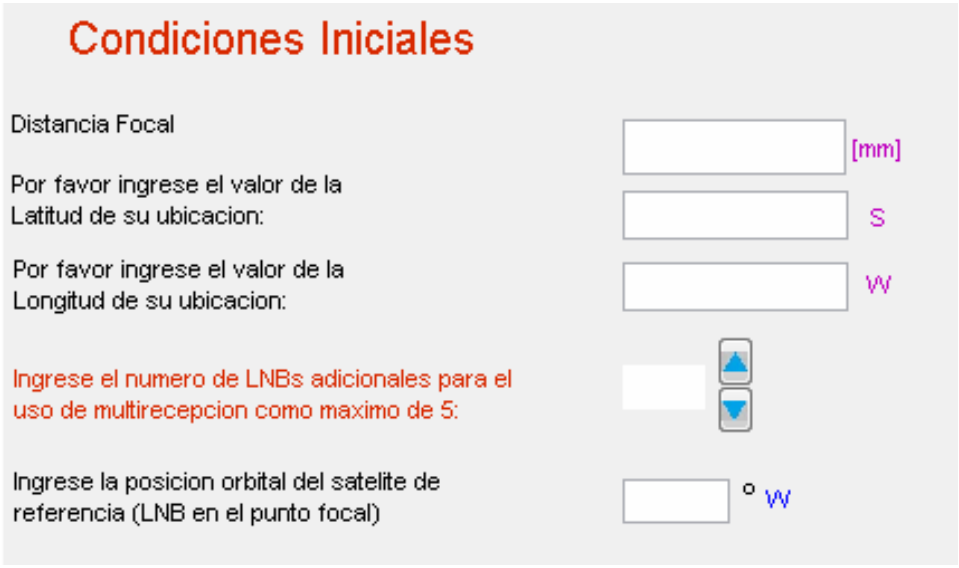


Ilustración 14 Condiciones Iniciales.

En cada una de las diferentes casillas ingresamos los parámetros indicados.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo lo debemos hacer.

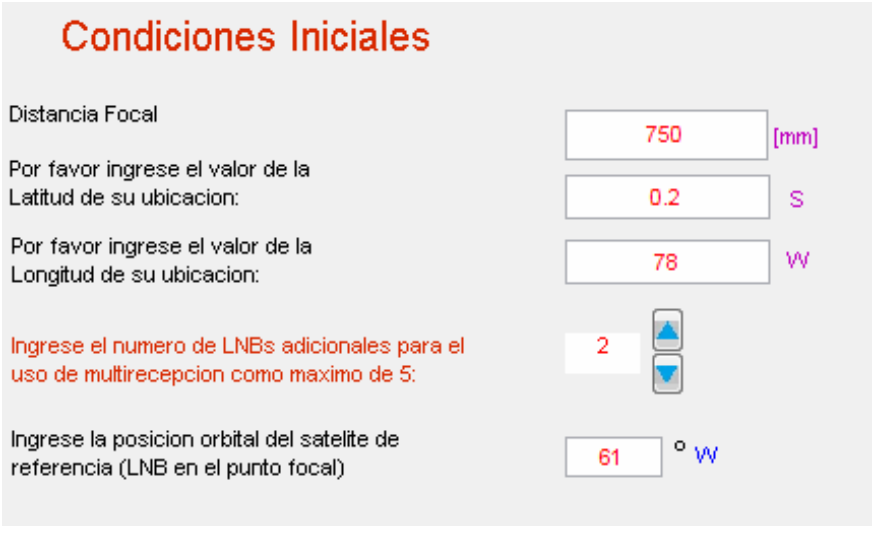


Ilustración 15 Ingreso de las condiciones iniciales.

Añadimos el número de posiciones orbitales adicionales que este caso vendrán a ser 2.

Ilustración 16 Posiciones Orbitales

En el caso de no conocer la distancia focal, elegimos la pestaña offset parametres, que se la describa más adelante.

Presionamos el botón Calcular1 y nos dirigimos a la pestaña Multifeed, hacemos clic y se nos presentara la siguiente interfaz, con la información que se detalla en el siguiente gráfico:

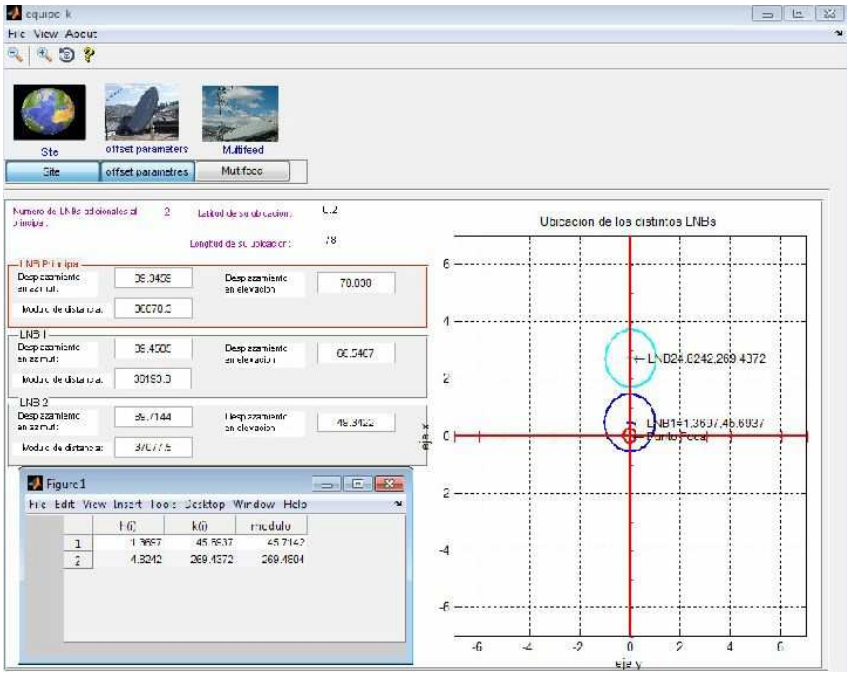


Ilustración 17 Pestaña Offset Multifeed.

La pestaña offset parametres contiene los siguientes componentes dependiendo de los datos ingresados anteriormente:

- Información de azimut y elevación para cada uno de los LNBs.

Ilustración 18Información de azimut y elevación.

- Una tabla de resumen que contiene la información de desplazamiento de los LNBs adicionales.

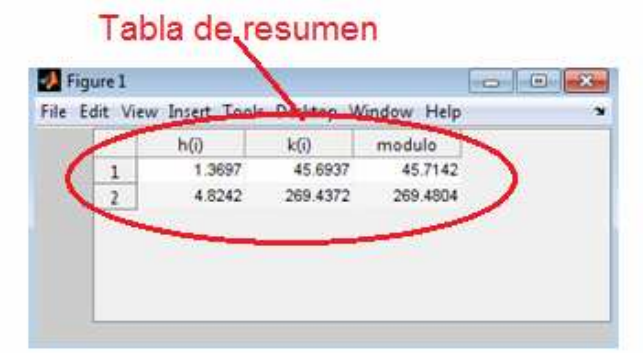


Ilustración 19 Tabla de resumen.

- Una representación gráfica de la información que nos proporciona la tabla de resumen.

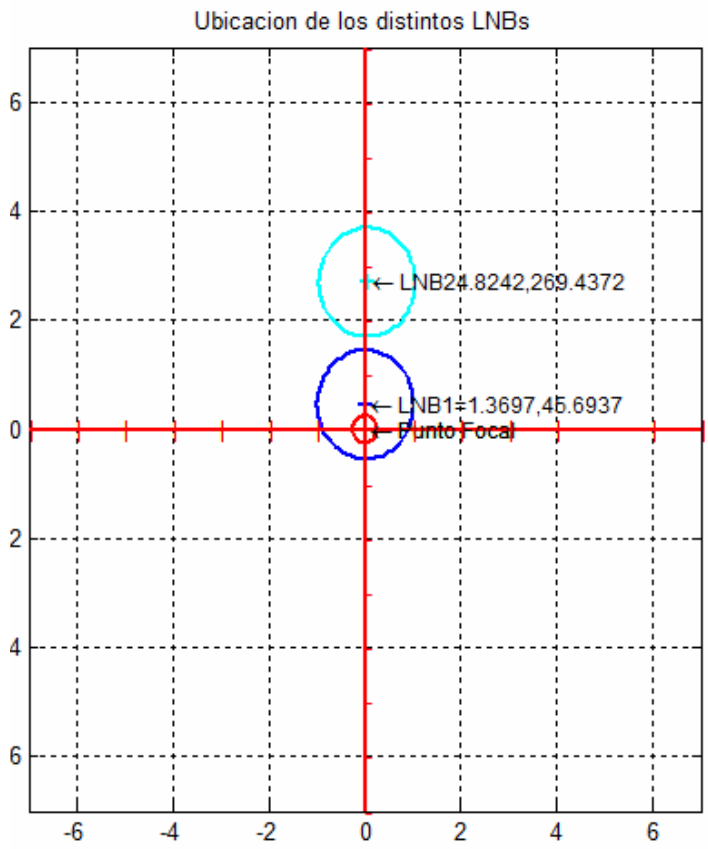


Ilustración 20 Posición de los distintos LNBs.

Nótese que la información suministrada está en milímetros y grados.

Para la pestaña offset parametres se proporciona la siguiente información:

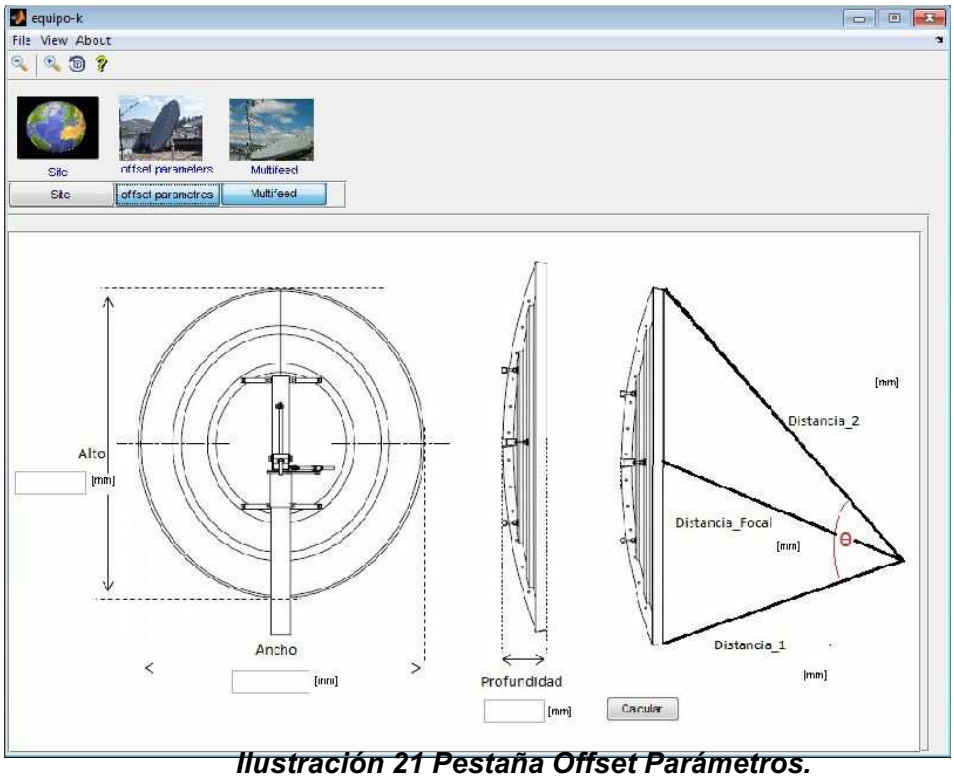


Ilustración 21 Pestaña Offset Parámetros.

A continuación se presenta un ejemplo:

Introducimos información de ancho, alto y profundidad de la antena offset

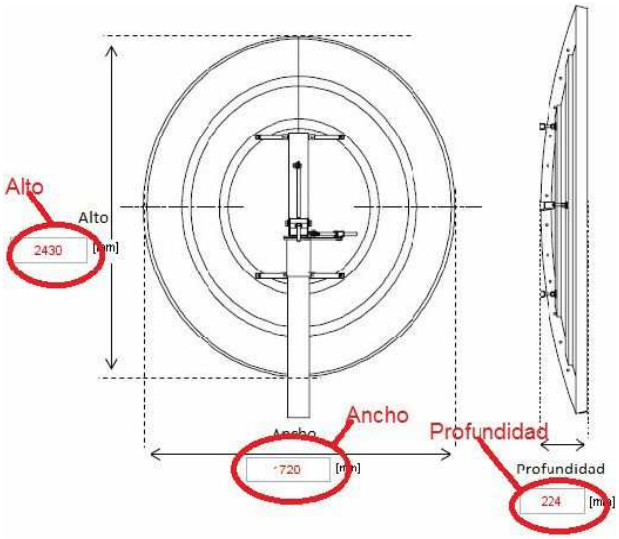
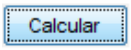


Ilustración 22Ingreso de parámetros de la antena.

Presionamos el botón 

y optemos la siguiente información:

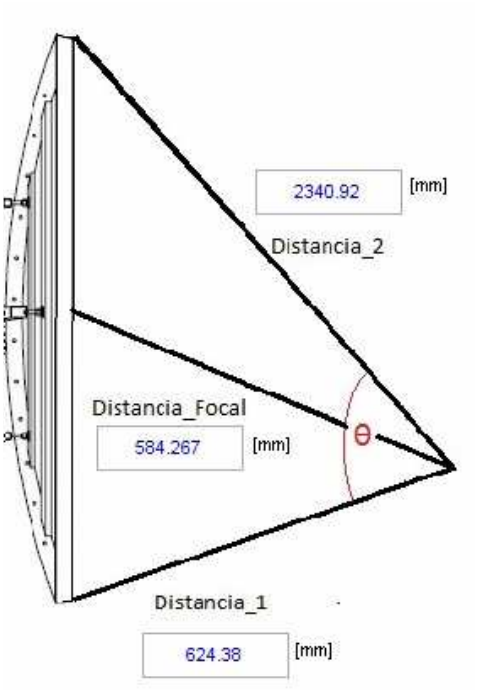


Ilustración 23Distancia Focal

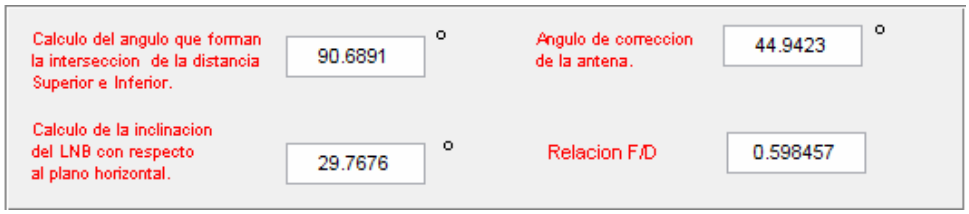


Ilustración 24Información Adicional.

Esta información me ayudara a encontrar mi punto focal, ya sea para alcanzar un mayor rendimiento de mi antena o para multirecepción como en este caso.

Bibliografía:

*www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2*herramientas*.php*

*www.mathworks.com/**help**/techdoc/*

http://es.scribd.com/doc/15532859/MANUAL-DE-GUI-EN-MATLAB

http://www.ftachile.com/foro/showthread.php?757-que-ocurre-con-la-se%F1al-cuando-hacemos-un-multiffed

http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/2herramientas.php

http://www.analyzemath.com/parabola/parabola_focus.html

http://www.engineerintrainingexam.com/eit-review/mathematics-for-engineering/straight-lines-and-conics/

http://en.wikipedia.org/wiki/Offset_dish_antenna

http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/index.php

http://www.taringa.net/posts/info/9401247/como-instalar-y-orientar-una-antena-satelital.html

Anexo 2

Data Sheet de Antena
Prodelin de 2.4m
Revisión F

GENERAL DYNAMICS
SATCOM Technologies

4096-476

May 13, 2009
Revision F

Assembly Manual

2.4 METER
SERIES 1251 ANTENNA SYSTEM

General Dynamics SATCOM Technologies
1500 Prodelin Drive
Newton NC 28658

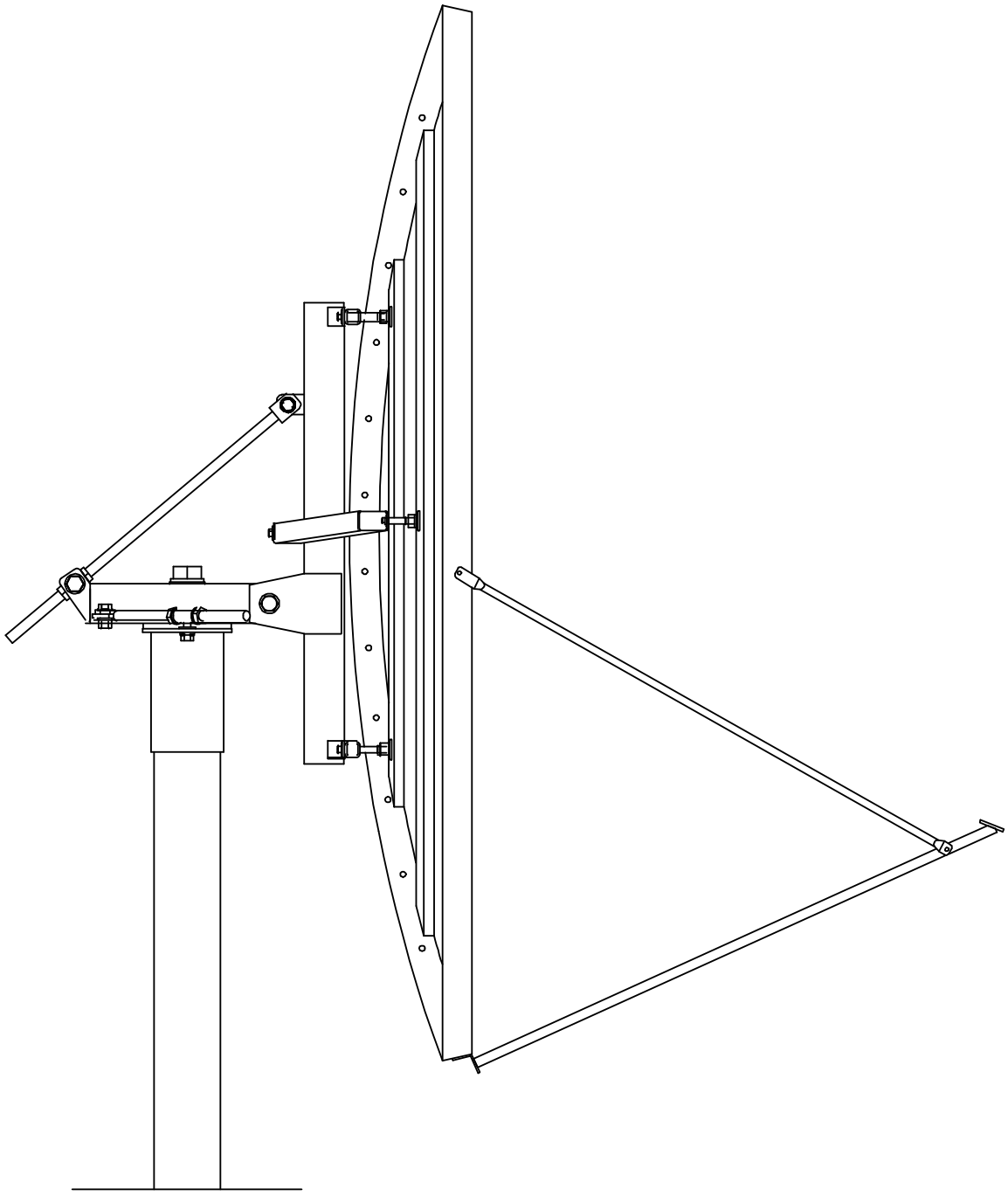
2.4 Meter 2 Piece Az/El Installation Instructions

H	Revised Header and Installation Table	5/13/09	RAH
E	Revise Logo	4/16/09	RAH
D	Revised picture Page 22	10/15/02	CLT
C	Revised Address	1/21/02	CLT
B	Overall Update	11/21/97	PGW
A	Revised Hdw tables to reflect B.O.M	2/11/97	PGW
-	ORIGINAL RELEASE	4/10/96	RF
REV.	**DESCRIPTION**	**DATE**	**APPROVED**

2.4M SERIES 1251 ANTENNA SYSTEM

TABLE OF CONTENTS

SECTION		TITLE
I		GENERAL INFORMATION
	1.0	INTRODUCTION
	1.1	UNPACKING AND INSPECTION
	1.2	MECHANICAL INSTALLATION TOOLS
	1.3	SITE SELECTION
	1.4	SUGGESTED MAST & FOUNDATION
II		REFLECTOR AND SUPPORT ASSEMBLY
	2.0	PART LIST
	2.1	AZ/EL POSITIONER INSTALLATION
	2.2	REFLECTOR PETAL ORIENTATION
	2.3	REFLECTOR SUPPORT ASSEMBLY
III		FEED SUPPORT
	3.0	PART LIST
	3.1	FEED SUPPORT INSTALLATION
IV		ANTENNA POINTING
	4.0	ALIGNMENT TO SATELLITE
	4.1	INITIAL ALIGNMENT
V		MAINTENANCE
	5.0	MAINTENANCE OVERVIEW
	5.1	PERIODIC INSPECTION
	5.2	REFLECTOR
	5.3	MOUNT AND REFLECTOR SUPPORT
	5.4	FEED AND FEED SUPPORT



SECTION I GENERAL INFORMATION

1.0 INTRODUCTION

This manual describes the assembly and installation of General Dynamics 2.4M 2-Piece Rx/Tx offset antenna system with an Az/El mount (series number1251). The General Dynamics 2.4M is a rugged, reliable antenna system that will operate at C-band and Ku-band frequencies with high efficiency and at the same time successfully withstand the effects of the environment.

These instructions are listed by sections that cover all areas of assembly and installation. Additional sections are included in the manual to provide information on antenna alignment to the satellite and maintenance.

1.1 UNPACKING AND INSPECTION

1. **UNPACKING & INSPECTION -** The antenna containers should be unpacked and inspected at the earliest date to ensure that all material has been received and is in good condition. A complete packing list for each major component is supplied.

2. **FREIGHT DAMAGE -** Any damage to materials while in transit should be immediately directed to the freight carrier. He will instruct you on the matters regarding any freight damage claims.

3. **MATERIAL - MISSING OR DAMAGED -** Any questions regarding missing or damaged materials that is not due to freight carrier should be directed to General Dynamics's Customer Service Department at:

General Dynamics SATCOM Technologies
1500 Prodelin Drive
Newton NC 28658
USA
(828) 464-4141

1.2 MECHANICAL INSTALLATION TOOLS

HARDWARE SIZE	SAE WRENCH SIZE	METRIC WRENCH SIZE	MAXIMUM REC. TORQUE
3 / 8"	9/16"	14 mm	20 ft-lbs
1 / 2"	3 / 4"	20 mm	40 ft-lbs
5 / 8"	15 / 16"	24 mm	70 ft-lbs
3 / 4"	1 – 1 / 8"	28 mm	145 ft-lbs
1"	1 – 1 / 2"	38 mm	220 ft-lbs

NOTE: The Minimum Torque applied should not be less than 10% of maximum required torque listed in the table.

Also recommended for installation:

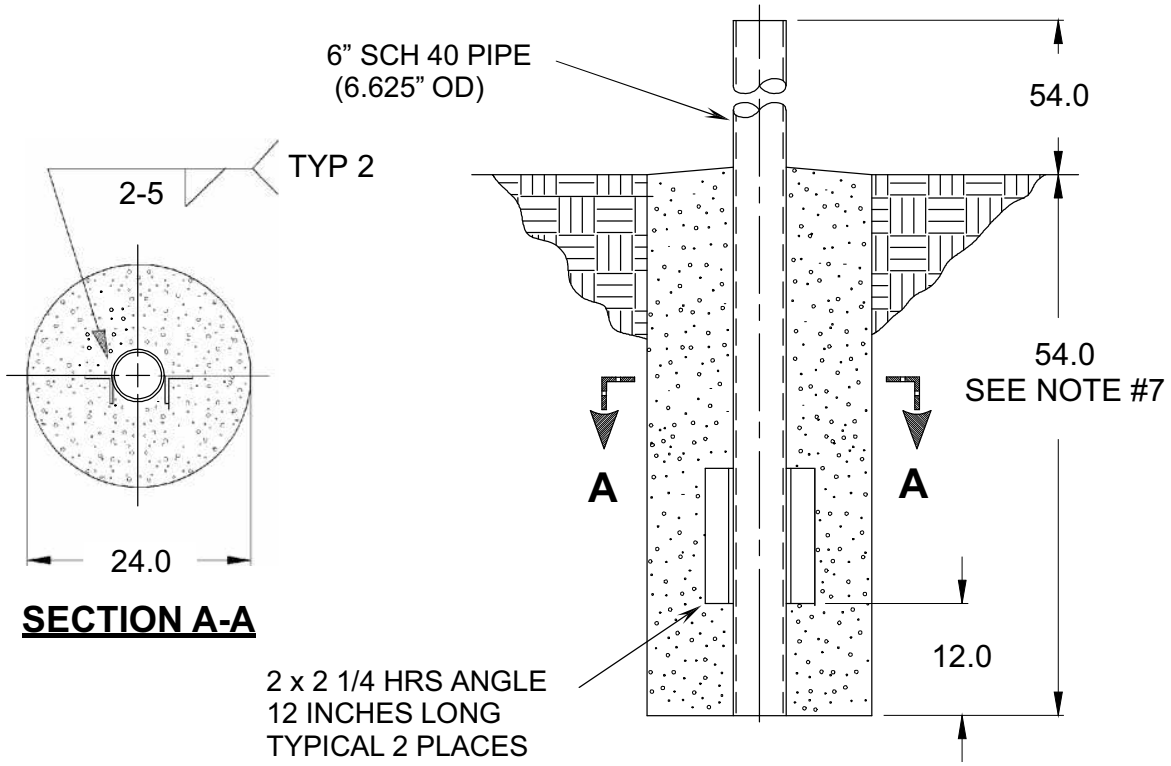
Adjustable Wrench 10"
Ratchet (3 / 8" & 1 / 2" Drive)
3" Wrench (socket, crescent or pipe) for 2" bolt
Inclinometer
Compass

1.3 SITE SELECTION

In order to achieve maximum performance of your antenna system, it is important to select the correct location for the antenna. The following guidelines should be observed when selecting a site for the installation.

1. The line of site to the satellite should be clear of any obstructions, such as trees or buildings.
2. The site should be relatively flat and level for ease of installation and access to the antenna.
3. The site should be checked for underground obstruction, such as buried cables or pipes.
4. All local building codes should be adhered to (i.e. grounding, foundation requirements, zoning rules, setbacks, etc.).

1.4 SUGGESTED MAST & FOUNDATION



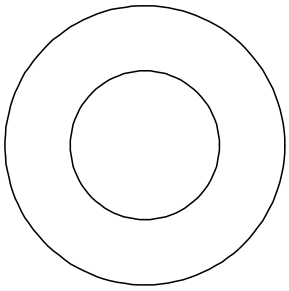
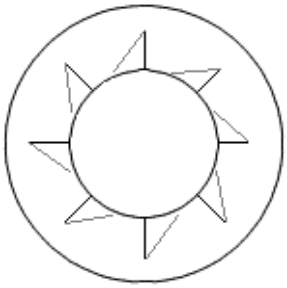
SECTION A-A

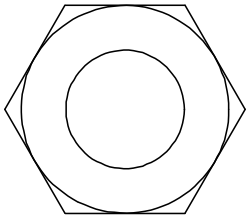
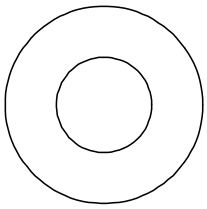
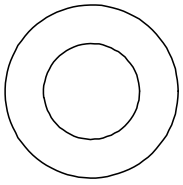
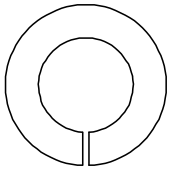
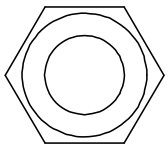
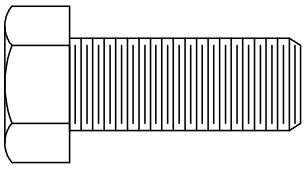
NOTES:

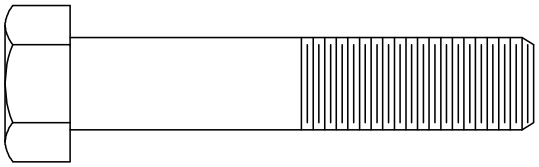
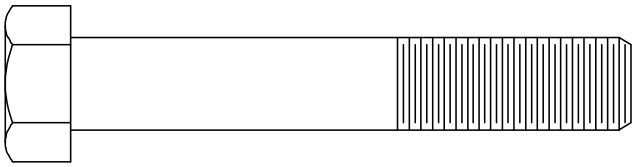
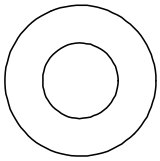
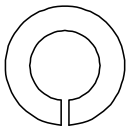
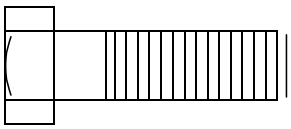
1. **2 x 2 x 1/4 HRS Angle and schedule 40 pipe should conform with ASTM A36 and ASTM A53 Type E and S Grade B.**
2. **All concrete should conform to building code standards and have a minimum compressive strength of 3000 PSI at 28 days. (Per ACI-318-77)**
3. **Soil bearing capacity should be no less than 2000 PSF.**
4. **Concrete should be poured against undisturbed soil.**
5. **Allow concrete 24 hours set time before installation of antenna.**
6. **The antenna should be properly grounded to meet applicable local codes.**
7. **Minimum depth as shown or extend to local frost line.**
8. **Foundation meets the design requirements as set forth by the uniform building code. (1982 edition)**

(GENERAL DYNAMICS CORPORATION DOES NOT REPRESENT OR WARRANT THAT ANY PARTICULAR DESIGN OR SIZE OF FOUNDATION IS APPROPRIATE FOR ANY LOCALITY OR EARTH STATION INSTALLATION.)

SECTION II REFLECTOR AND SUPPORT ASSEMBLY

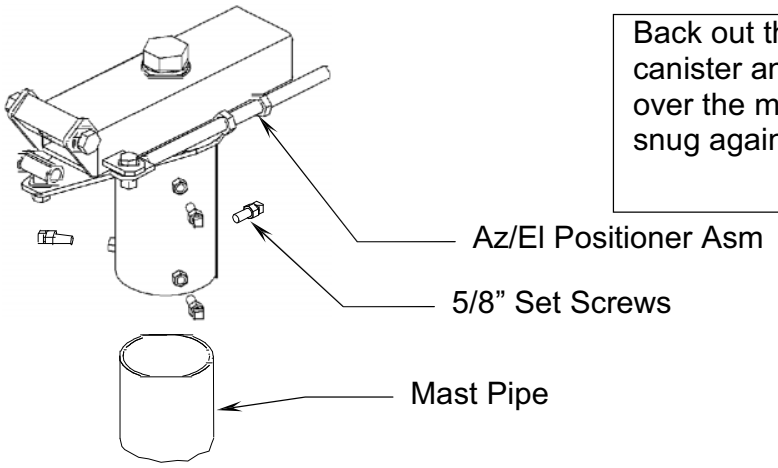
REFLECTOR AND SUPPORT ASSEMBLY PART LIST- TABLE 2.0			
ITEM	**PART NO.**	**DESCRIPTION**	**QTY**
1	0179-381 0179-383	REFLECTOR “A” SIDE REFLECTOR “A” SIDE – WITH SHC	1
2	0179-382 0179-384	REFLECTOR “B” SIDE REFLECTOR “B” SIDE – WITH SHC	1
3	0181-691	Az / El POSITIONER ASSEMBLY	1
4	0159-283	THREADED INSERT	6
5	0490-601	SUPPORT TUBE	1
6	0250-657	TOP / BOTTOM CROSSARM	2
7	0181-249	ELEVATION ADJUSTMENT ASSEMBLY	1
8	0490-602	CROSSARM WELDMENT	1
9	8201-045	3/4 ” FLATWASHER 	6
10	8200-015	3/4” LOCK WASHER INTERNAL TOOTH 	6

PARTS LIST - CONTINUED			
ITEM	**PART NO.**	**DESCRIPTION**	**QTY**
11	8106-007	3/4” HEX NUT 	6
12	8201-043	1/2” FLATWASHER 	12
13	8201-030	1/2” FLATWASHER - NARROW 	18
14	8202-043	1/2” LOCK WASHER 	15
15	8104-007	1/2” HEX NUT 	15
16	8033-010	1/2”-13 x 1.25 BOLT 	9

PARTS LIST - CONTINUED			
ITEM	**PART NO.**	**DESCRIPTION**	**QTY**
17	8033-021	1/2”-13 x 2.50 BOLT 	4
18	8033-032	1/2”-13 x 4.00 BOLT 	2
19	8201-042	3/8” FLATWASHER 	6
20	8202-042	3/8” LOCK WASHER 	6
21	8032-010	3/8”-16 x 1.25 HEX BOLT 	6

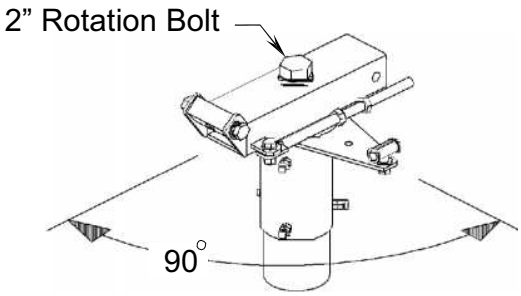
CAUTION: During the assembly procedure, the sequence of instructions must be followed. ***Do Not Tighten Any Hardware Until Instructed.*** Refer to the antenna assembly parts list and the following steps.

2.1 Az / El POSITIONER INSTALLATION



STEP 1:

Back out the [8] 5/8” set screws from the canister and slip Az/El positioner assembly over the mast pipe. Tighten the set screws snug against the mast pipe.

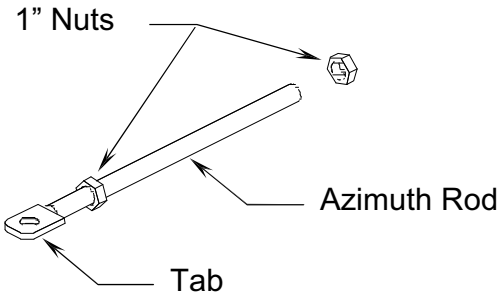


STEP 2:

A) Loosen the 2” rotation bolt on top of the positioner.

B) Rotate the positioner so that the canister plate is oriented as shown.

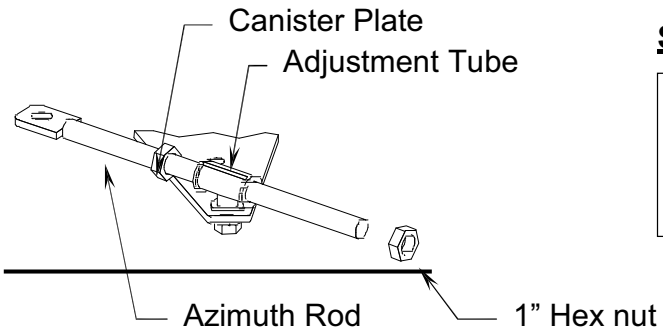
C) Lightly tighten the 2” bolt.



STEP 3:

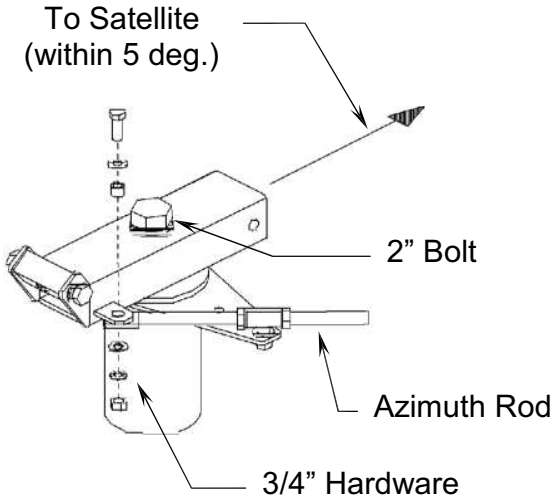
A) Remove the azimuth rod from the positioner.

B) Run one of the 1” nuts up towards the tab end of the rod and remove the other 1” nut.



STEP 4:

Place the end of the azimuth rod thru the adjustment tube attached to the top of the canister plate and replace the 1” hex nut.



STEP 5:

A) Re-attach the azimuth rod to the positioner with the 3/4” x 2.00 bolt flatwashers, lockwasher, sleeve and nut. Tighten securely. Snug the 2” rotation bolt at this time.

B) The positioner must be oriented correctly to the center of the satellite orbital arc. Loosen the set screws and rotate the canister on the mast pipe to the required position. Tighten the set screws then tighten the 5/8” lock nuts against the canister.

2.2 REFLECTOR PETAL ORIENTATION

The series 1251 reflector petals are labeled “A” and “B”. In the standard upright position, the antenna elevation angle range is between 5 and 90 degrees. When viewed from behind in the standard position (feed support at the bottom), the “A” petal (item 1) is on the left side and the “B” petal (item 2) is on the right side – See Fig. 1.

However, to achieve a lower profile installation or in areas of high snow accumulation, the reflector can be assembled inverted (feed support on top) with the “B” petal on the left side and the “A” petal on the right side – See Fig. 2. Please note that in either situation, the angled cross arm (item 8) must be oriented for the correct position – See Fig. 3.

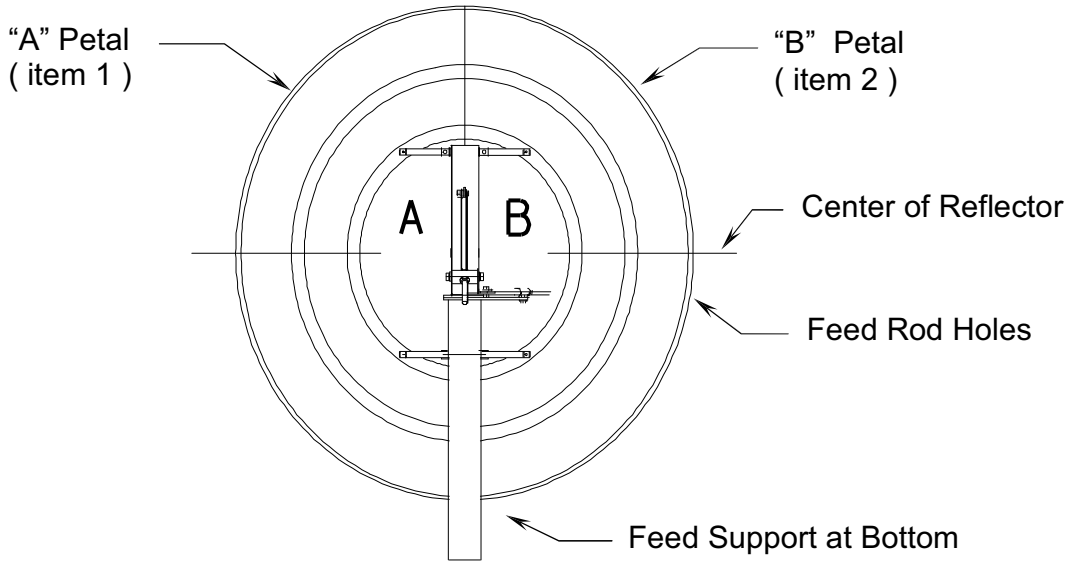


Figure 1

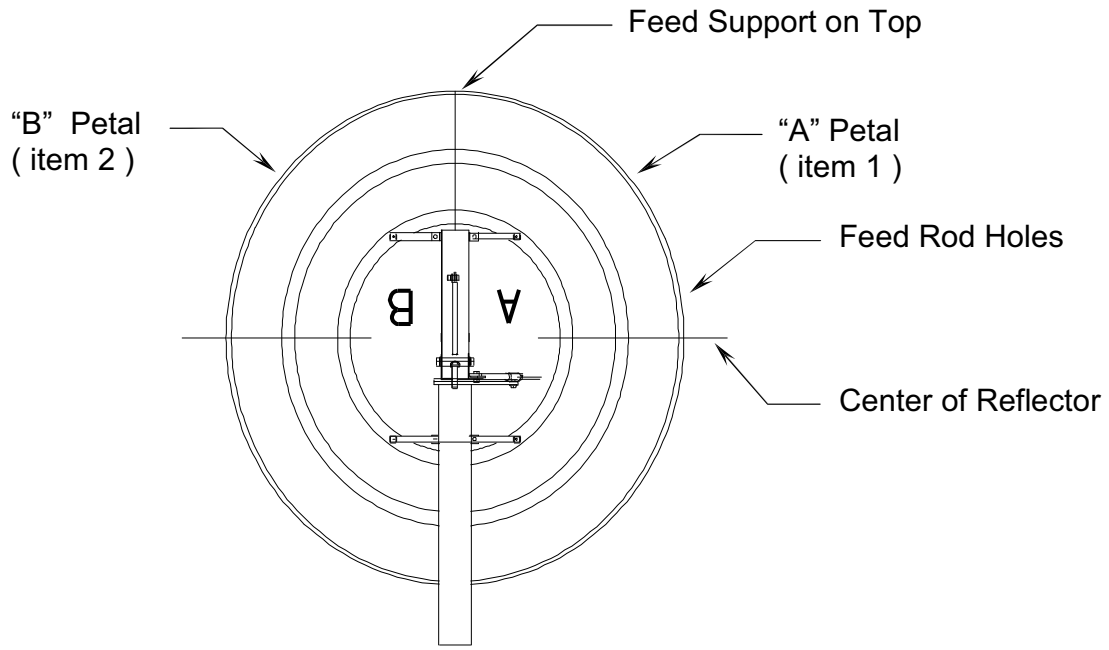


Figure 2

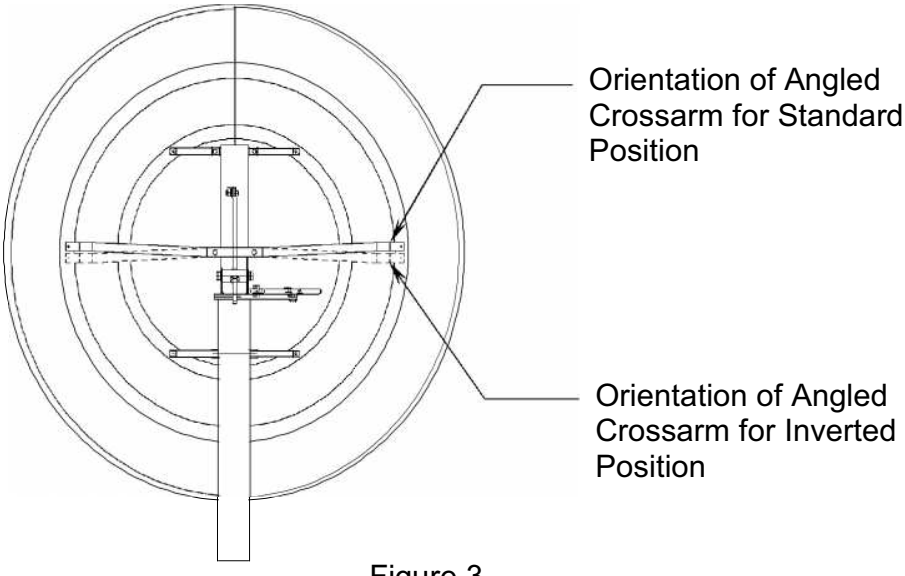
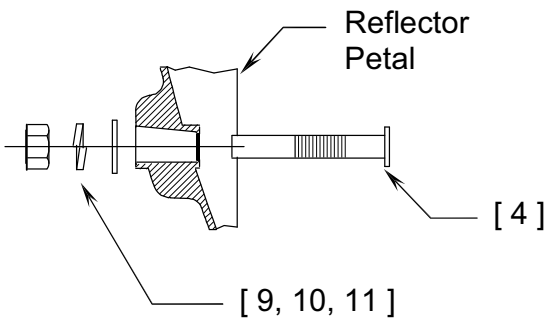


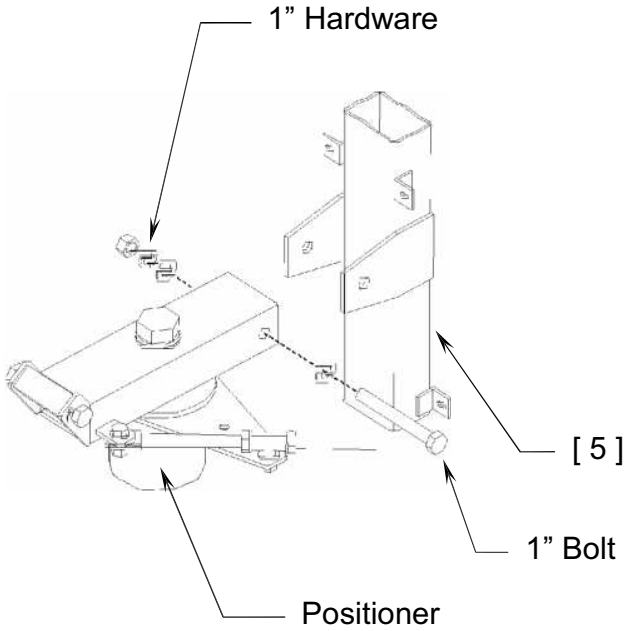
Figure 3

2.3 REFLECTOR SUPPORT ASSEMBLY



STEP 1:

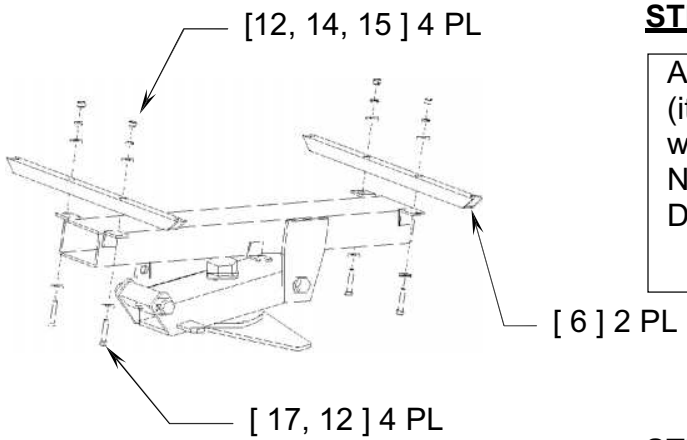
Place three of the threaded inserts (item 4) thru the face of each reflector petal (items 1& 2) and secure with 3/4" hardware (items 9, 10 & 11). Snug only, Do not completely tighten at this time.



STEP 2:

A) Remove the 1" bolt and hardware from the Az/El positioner.

B) Straddle the tabs of the reflector tube (item 5)over the holes in the positioner and replace 1" bolt and hardware. Tighten snug only and let the tube fall back upon the positioner.



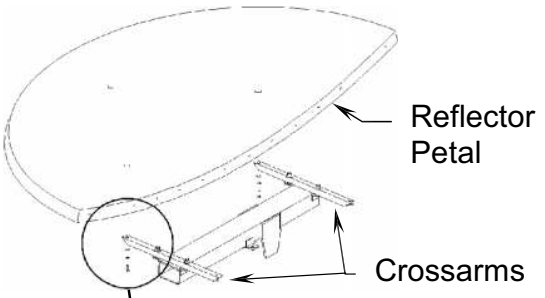
STEP 3:

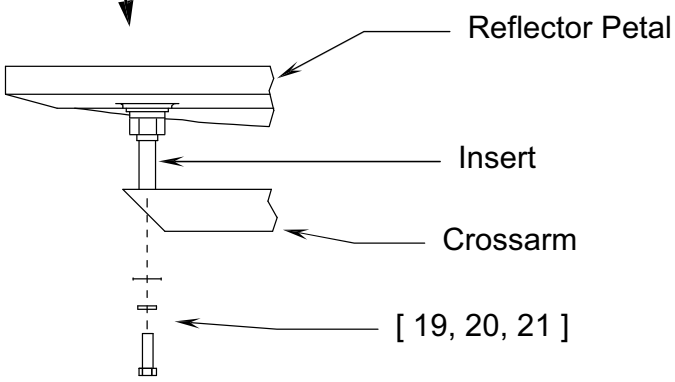
Attach the top and bottom crossarms (item 6) to the reflector support tube with 1/2" hardware (items 12,14,15,17). Note orientation of crossarms.
Do not tighten.

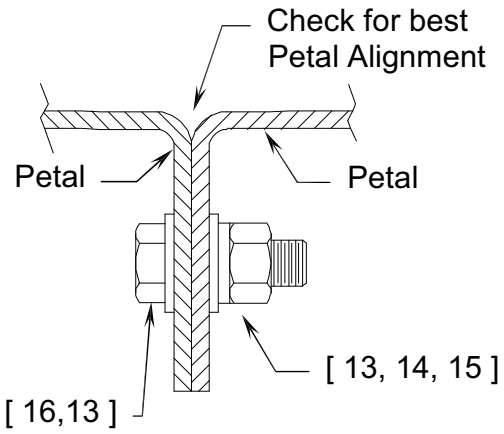
STEP 4:

A) Place one reflector petal onto the Cross arms in either the standard or inverted position – see 2.2. Attach with 3/8" hardware (items 19,20,21) at each crossarm. **Do not tighten**

B) Place the second reflector petal on the cross arms and repeat above procedure.

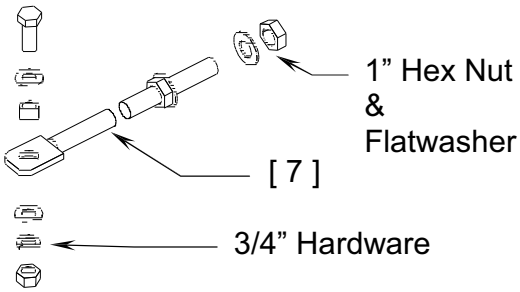






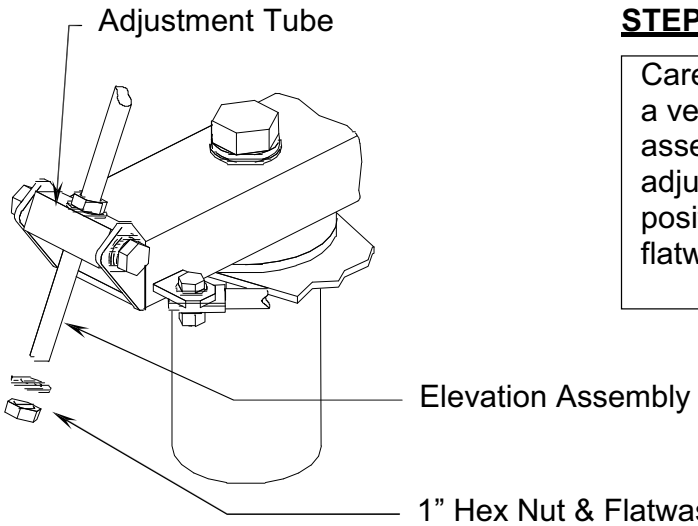
STEP 5:

Attach the two petals together with 1/2" hardware (items 13, 14, 15, 16) at the fourteen holes on the inner seams of the reflector petals.
Tighten these bolts securely at this time while aligning the petals at the face of the reflector.



STEP 6:

Locate the elevation assembly (item 7) and remove the 3/4" hardware as well as one 1" hex nut and washer.

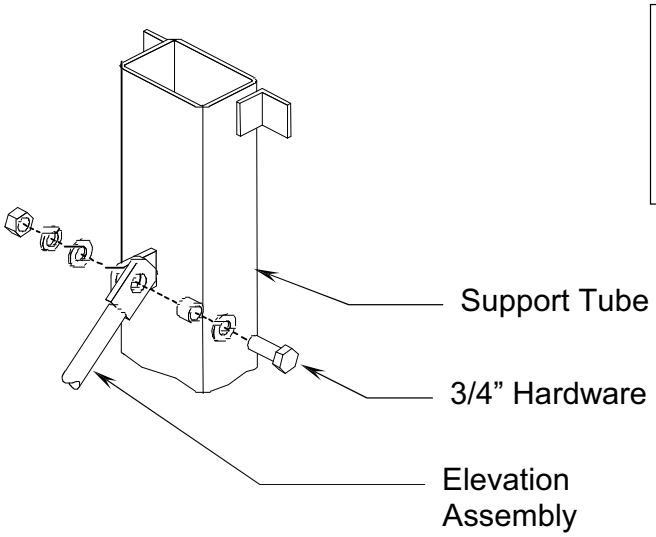


STEP 7:

Carefully swing the reflector up into a vertical position. Insert the elevation assembly (item 7) thru the elevation adjustment tube at the back of the positioner. Replace the 1" hex nut and flatwasher.

STEP 8:

Attach tabbed end of the elevation assembly to the tab on the back of the reflector support tube with the 3/4” hardware removed in step 6. Tighten securely.

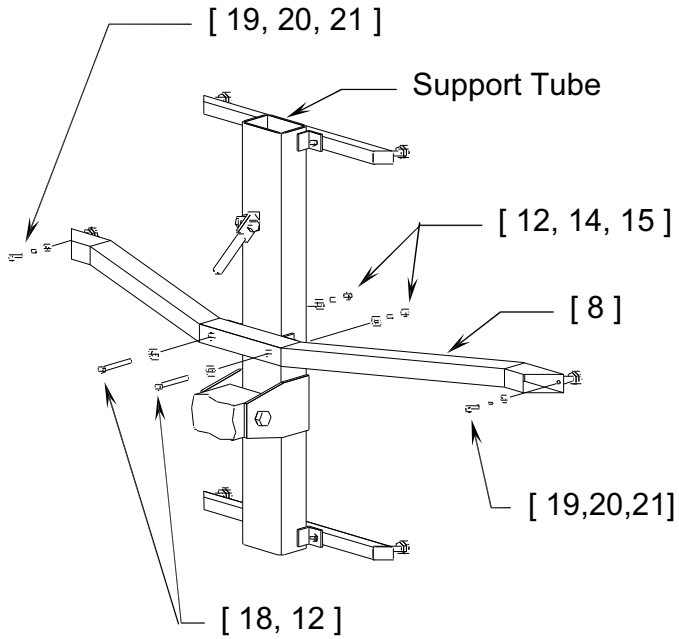


STEP 9:

A) Attach the angled crossarm (item 8) to the reflector support tube in either the standard or inverted position depending on the reflector orientation with 1/2” hardware (items 12, 14, 15, 18).

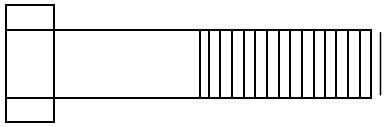
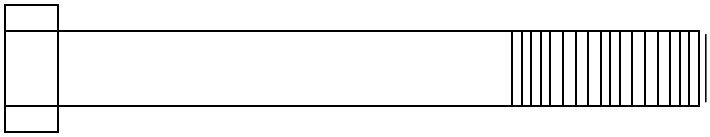
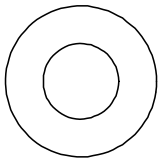
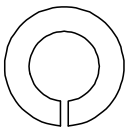
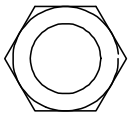
B) Attach the ends of the crossarm to the reflector petals at the threaded inserts with 3/8” hardware (items 19, 20, 21).

C) Tighten the reflector support hardware by first tightening the 3/4” hardware at the six reflector inserts followed by the 3/8” bolts holding the reflector to the three crossarms. Next tighten six 1/2” bolts holding the crossarms to the reflector support tube. Do not tighten the elevation hardware until after satellite alignment.



SECTION III FEED SUPPORT ASSEMBLY

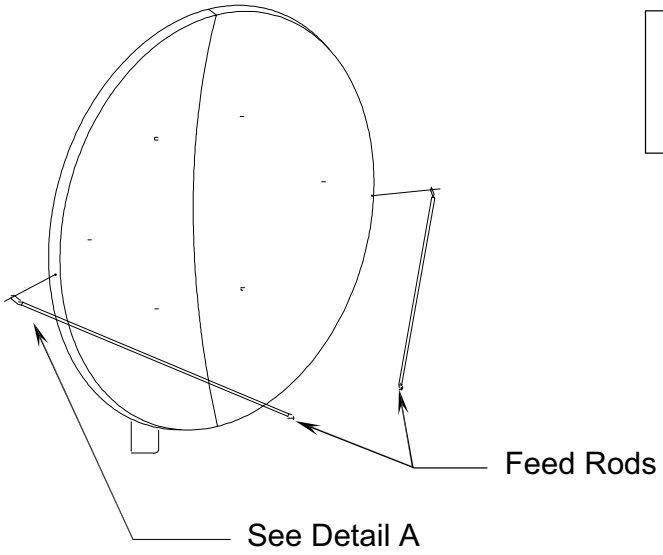
The following instructions are for installing a typical C-band or Ku-band feed support to General Dynamics's 2.4 meter antenna system.

FEED SUPPORT PART LIST- TABLE 3.0			
ITEM	**PART NO.**	**DESCRIPTION**	**QTY**
1	VARIES	FEED SUPPORT	1
2	VARIES	FEED ROD – Ku BAND	2
3	VARIES	FEED ROD – C BAND	2
4	8032-014	3/8" x 1.75 BOLT 	4
5	8032-028	3/8" x 4.00 BOLT 	1
6	8201-042	3/8" FLATWASHER 	10
7	8202-042	3/8" LOCKWASHER 	5
8	8102-007	3/8" HEX NUT 	5

3.1 Feed Support Installation

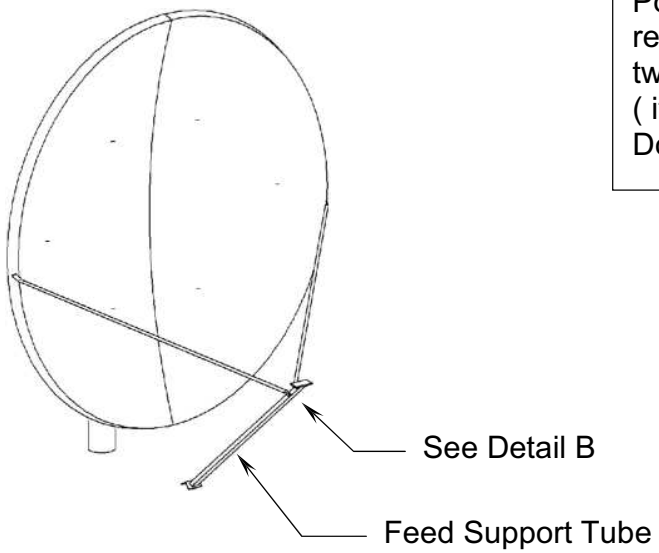
STEP 1:

Attach the feed rods loosely to the reflector with 3/8" hardware (items- 4, 6, 7 & 8). See detail A



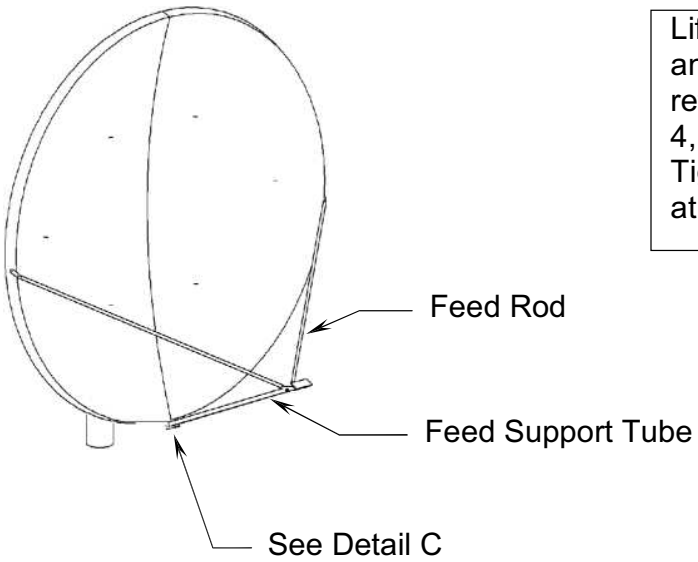
STEP 2:

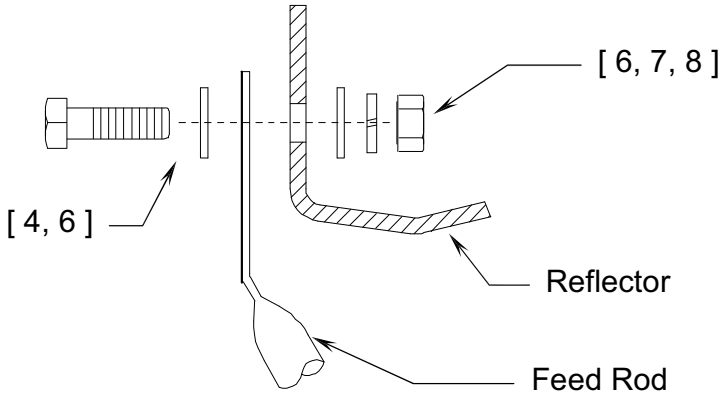
Position the feed support in front of the reflector and attach to the ends of the two feed rods with 3/8" hardware (items 5, 6, 7 & 8). See Detail B. Do not tighten.



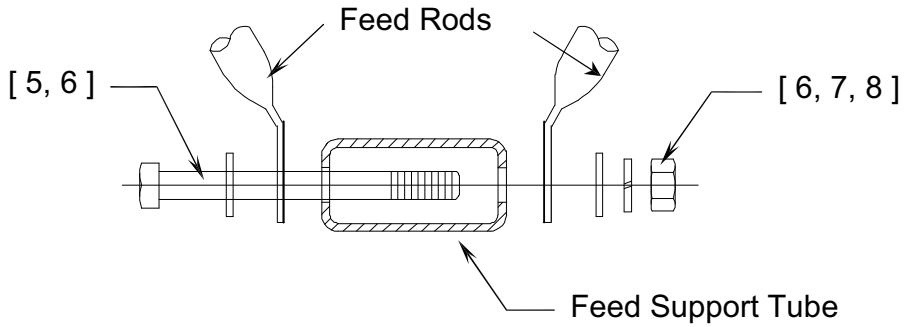
STEP 3:

Lift the end of the feed support tube and attach to the bottom of the reflector with 3/8' hardware (items – 4, 6, 7 & 8). See Detail C.
Tighten all feed support hardware at this time.

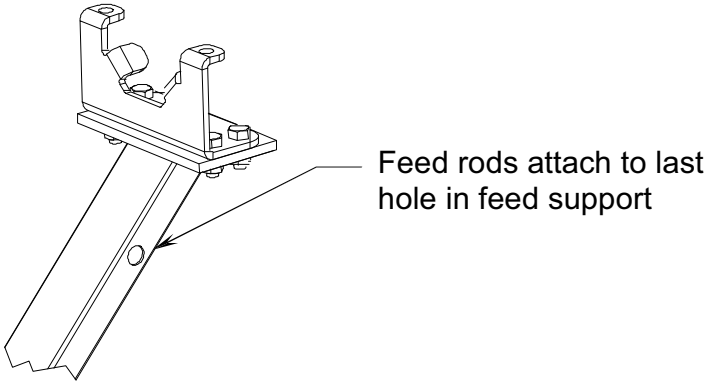




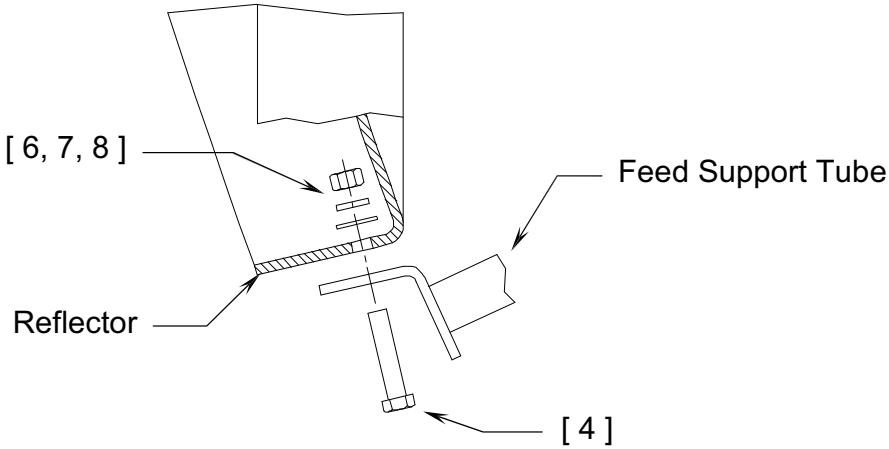
DETAIL A



DETAIL B



DETAIL C



NOTE: At this time you are ready to install your C-band or Ku-band feed system. For feed installation, reference any instructions that are enclosed with your specific feed support.

SECTION IV ANTENNA POINTING

4.0 Alignment To Satellite

The 2.4M offset reflector contains a 22.3° elevation offset angle. Therefore, when the reflector aperture is perpendicular to the ground, the antenna is actually looking 22.3° in elevation. The following alignment procedure is intended only as a general reference guide for this antenna. For proper antenna performance, accurate alignment is critical. Therefore, it is recommended that your own detailed procedure be used or contact General Dynamics's Technical Support Department for additional recommendations.

4.1 Initial Alignment

1) Place an inclinometer on the reflector support as shown in Figure 4. Remember to add 22.3 degrees to the reading to allow for the reflector's offset angle (or subtract 22.3 degrees if inverted)

2) Raise or lower the antenna to find the desired elevation by turning the 1" nuts located at the elevation block. Position the top nut so that it will not interfere with adjustment. Turn the bottom nut clockwise to increase elevation and counterclockwise to decrease elevation.

3) After the correct elevation angle is set, rotate the antenna in azimuth by loosening the 1" nuts on the azimuth adjustment rod. Rotate azimuth until a signal is reached.

4) Peak the antenna signal by fine adjustments made in both azimuth and elevation.

5) Tighten all of the hardware used for adjustments.

6) Tighten 2" bolt.

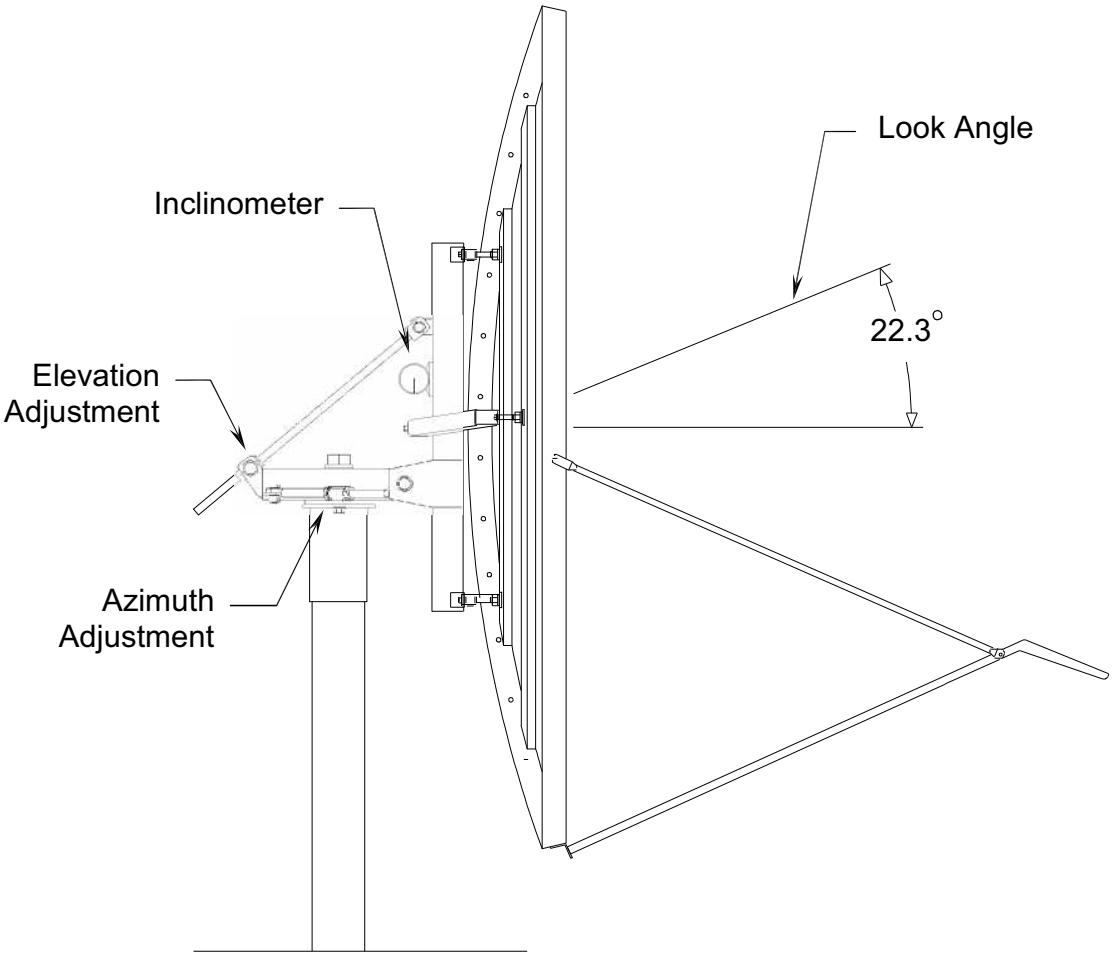

Look Angle
Inclinometer
22.3°
Elevation
Adjustment
Azimuth
Adjustment

Figure 4

SECTION V MAINTENANCE

5.0 Maintenance Overview

After installation, the antenna requires only periodic inspection. It is anticipated that maintenance, if required, will be minimal and easily handled by a local or in-house maintenance staff. The materials used in the construction of this Earth Station Antenna virtually eliminate any maintenance repairs.

5.1 Periodic Inspection

It is suggested that a periodic inspection be performed at least every six months.

NOTE: After any very severe weather conditions, inspection of the antenna should be performed to determine if foreign objects have caused damage or if survival specifications have been exceeded.

This inspection should include the following:

1) Check all bolting locations - all bolts should be tight.

2) Check all structural members - repair or replace if damaged.

3) Check the foundation anchor bolts - they must be secure and with no failure signs in foundation.

4) Check for corrosion - on the reflector structure and mount.

5.2 Reflector

General Dynamics's reflector does not require any maintenance. The composite construction of the reflector is virtually impervious to any damages that could be caused by weather or other atmospheric conditions.

It is only necessary to inspect for any physical damage done by vandalism or very severe weather conditions.

Should any damage be detected to a portion of the reflector, contact the Customer Service Department at General Dynamics for recommendations involving reflector repair.

5.3 Mount And Reflector Support Structure

The mount and reflector support structure supplied with this antenna is of steel construction and has a hot-dipped galvanized finish.

If inspection shows any signs of structural failure, the mount members that are damaged should be repaired or replaced.

Corrosion: Any corrosion on steel members may be repaired with a cold, zinc-rich galvanizing paint.

5.4 Feed And Feed Support

The feed support system should be inspected to insure that all hardware is secure. The feed/radio mounting bolts should be tight.

The feed horn window should be inspected to insure that it is intact so that no moisture can collect inside the feed horn. Replace if damaged.

Anexo 3

Parámetros de operación de la antena Prodelin de 2.4 m

PRODELIN™
A TriPoint Global Company

Receive/Transmit

251

2.4M C & KU-BAND RX/TX SERIES 1251

Prodelin Corporation is the world's largest manufacturer of Rx/Tx VSAT antennas. We have the broadest product line in the industry including Receive Only, Rx/Tx and Rural Telephony antenna systems. Prodelin offers nineteen antenna sizes, 47cm to 4.5M. Prodelin is the leader in obtaining type certifications and approvals for Intelsat, AsiaSat and Eutelsat. Prodelin antennas provide the best quality in the market due to the sophisticated, precision SMC compression molding process technology. Prodelin provides the best value antenna solution to the market with competitive prices, the highest quality products and superb engineering support. Prodelin is ISO registered, KEMA # 70022.01. *Prodelin - The Market Leader in VSAT Antennas.*

Back View
2.4M Rx/Tx

Option
Ku-Band Feed

Key Features

- Two piece compression molded offset reflector
- C-Band Intelsat approved # IA022A00
- Installation time reduced with improved mount design
- Ships easily in standard air freight containers
- Non penetrating roof mounts and king post available
- Interface kits for all C & Ku-Band RF heads in stock
- Insat extended C-Band available
- Two axis tracking configuration available
- Reflector/Feed electrical anti-icing available

Receive/Transmit Series 1251

2.4M C & KU-BAND RX/TX SERIES 1251

Electrical		C-Band Linear	C-Band Circular	Ku-Band
Antenna Size		2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)
Operating Frequency	Receive	3.625 - 4.2 GHz	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
	Transmit	5.850 - 6.425 GHz	5.850 - 6.425 GHz	13.75 - 14.5 GHz
Midband Gain (± .2dB)	Receive	38.0 dBi	38.0 dBi	47.6 dBi
	Transmit	42.0 dBi	42.0 dBi	49.2 dBi
Antenna Noise Temperature				
10° elevation		52 K	30 K	42 K
20° elevation		46 K	23 K	32 K
30° elevation		45 K	20 K	28 K
40° elevation		44 K	19 K	27 K
Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi)				
$100\lambda / D\theta \leq 20°$		29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi
$20° < \theta \leq 26.3°$		- 3.5 dBi	- 3.5 dBi	- 3.5 dBi
$26.3° < \theta \leq 48°$		32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi
$\theta > 48°$		-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)
Cross-Pol Isolation (Linear)		>30 dB on axis	N/A	>30 dB on axis
Axial Ratio (Circular)	Receive	N/A	2.28	N/A
	Transmit	N/A	1.94	N/A
VSWR		1.3:1 Max.	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.
Feed Interface	Receive	CPR 229 F	CPR 229 F	WR75
	Transmit	CPR 137 or Type N	CPR 137 or Type N	WR75 or Direct Radio Mounting

Mechanical	
Reflector Material	Glass Fiber Reinforced Polyester SMC
Antenna Optics	Prime Focus, Offset Feed, Two-Piece Divided Along Major Axis
Mast Pipe Size	6" SCH 40 Pipe (6.63" OD) 16.83 cm.
Elevation Adjustment Range	5° to 90°, Continuous Fine Adjustment
Azimuth Adjustment Range	±45° Fine Adjustment, 360° Continuous
Mount Type	Elevation over Azimuth
Shipping Specifications	385 lbs. (174 kg.)

Environmental Performance		
Wind Loading	Operational	50 mph (80 km/h)
	Survival	125 mph (201 km/h)
Temperature	Operational	-40° to 140° F (-40° to 60° C)
	Survival	-50° to 160° F (-46° to 71° C)
Rain	Operational	1/2" /hr
	Survival	2" /hr
Ice	Operational	——
	Survival	1/2" radial
Atmospheric Conditions		Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas
Solar Radiation		360 BTU/h/ft²

Satcom Resources
Post Office Box 1639
101 Eagle Road - Building #7
Avon, Colorado 81620 USA
970 748-3094 or tollfree 866 SATCOM1
Fax 970 748-3096
www.satcomresources.com

PRODELIN™
A TriPoint Global Company

5002-355 (5-2000)

© Copyright 2000 Prodelin, a TriPoint Global Company.
All product specifications subject to change without notice.
The Prodelin logo is a trademark of TriPoint Global.

Anexo 4

Footprint O Huella del Satélite Intelsat 43 ^{0} W

AdChoices

Frequency spectrum analyser
Handheld, RF & USB Analyzer
€499-€1498,- /
1Hz-9.4GHz /
-170dBm
www.aaronia.com

AdChoices

Satellite Maps
Get Maps, Directions, Street Views & Traffic From Your Browser Free!
www.MapsGalaxy.com

Intelsat 11 at 43.1°W

Eco TV, **Soico TV**, **Top TV**, **TVI 24** and **TVI Internacional** on Eutelsat 10A
HBN on Intelsat 10 | **Wassa Man TV** on Amos 5
Top TV on Telkom 1 | **Telekanal 2x2** on Eutelsat 36B

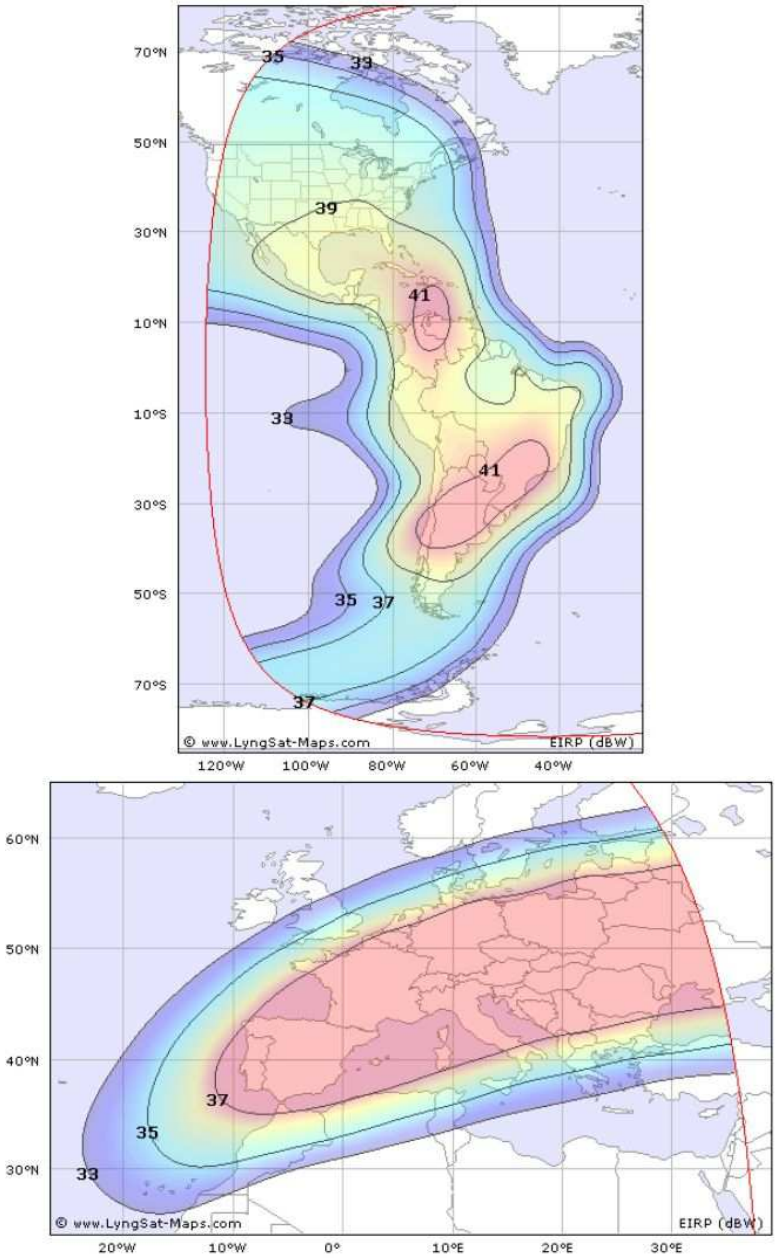
Main | **Frequency chart** | **All beams** | **Atlantic**

Advertising

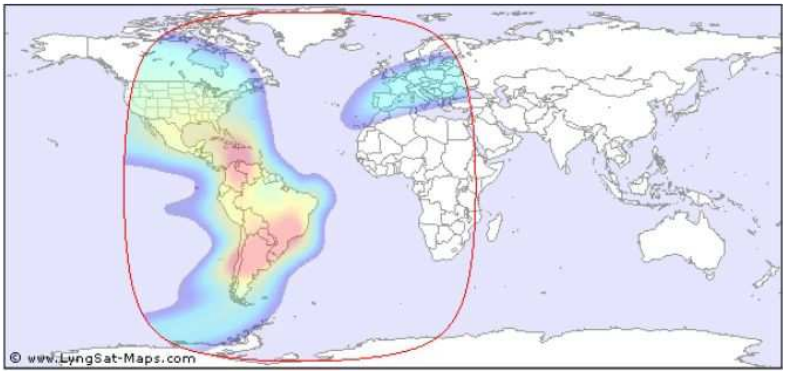
Advertising

LyngSat NETWORK
Your best source for satellite related info
LyngSat

Americas & Europe



C band	
EIRP (dBW)	**Size (cm)**
>42	80
42	80-100
41	90-115
40	100-125
39	115-145
38	125-160
37	145-180
36	160-200
35	180-225
34	200-255
33	225-285
32	255-320
31	285-360
30	320-400
29	360-450
28	400-505
27	450-570
26	505-640
<26	>570



The EIRP values are based on official info from the satellite owner.
The dish sizes are approximate. Some signals can have a lower EIRP.
For updates, contact webmaster@lyngsat-maps.com

The content on this site is protected by copyright. All rights reserved.
LyngSat is a registered trademark, owned by Lyngemark Satellite.
© Lyngemark Satellite

Anexo 5

Footprint O Huella del Satélite Amazonas 61 º W

AdChoices

Maps download
Search Maps, Get Driving Directions Instantly From Your Browser Free!
www.MapsGalaxy.com

AdChoices

Digital Satellite Imagery
Purchase QuickBird, WorldView-I and WorldView-II imagery for your area.
www.MapMart.com

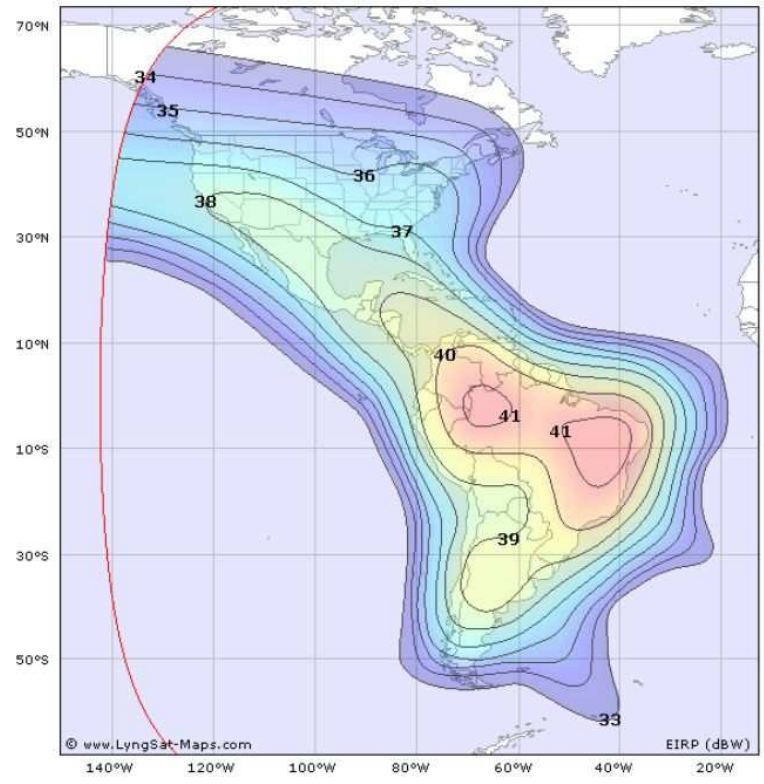
Amazonas 1 at 61.0°W

Eco TV, Soico TV, Top TV, TVI 24 and TVI Internacional on Eutelsat 10A
HBN on Intelsat 10 | Wassa Man TV on Amos 5
Top TV on Telkom 1 | Telekanal 2x2 on Eutelsat 36B

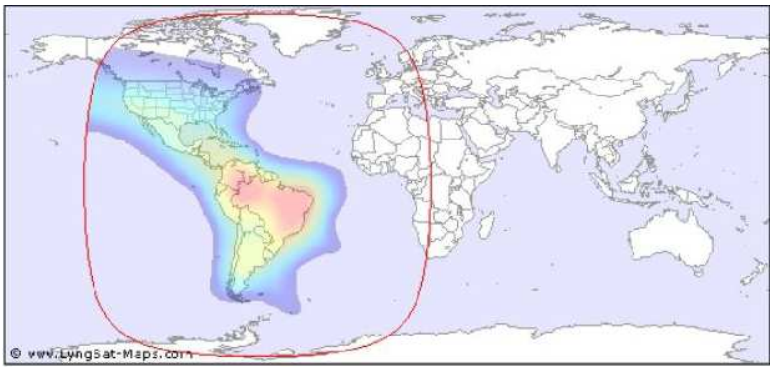
Main | Frequency chart | All beams | Atlantic

Advertising

America



C band	
EIRP (dBW)	Size (cm)
>42	80
42	80-100
41	90-115
40	100-125
39	115-145
38	125-160
37	145-180
36	160-200
35	180-225
34	200-255
33	225-285
32	255-320
31	285-360
30	320-400
29	360-450
28	400-505
27	450-570
26	505-640
<26	>570



Advertising

LyngSat NETWORK
Your best source for satellite related info
LyngSat MAPS

The EIRP values are based on official info from the satellite owner.
The dish sizes are approximate. Some signals can have a lower EIRP.
For updates, contact webmaster@lyngsat-maps.com

The content on this site is protected by copyright. All rights reserved.
LyngSat is a registered trademark, owned by Lyngemark Satellite.
© Lyngemark Satellite

Anexo 6

Footprint O Huella del Satélite Hispasat 30 º W

Anuncios Google

Satelite En Vivo Vea Mapas Satelitales De Tu Ciudad. Aplicación Gratis Hecha Para Tu PC
mapas.alot.com

Ver Películas Gratis Clips de películas gratis y Clips Elija entre cientos de películas! FilmFanatic.MyWebSearch.com

Maps download Search Maps, Get Driving Directions Instantly From Your Browser Free! www.MapsGalaxy.com

Digital Satellite Imagery Purchase QuickBird, WorldView-I and WorldView-II imagery for your area. www.Map...

Anuncios Google

Anuncios Google

Aerial Mapping Airborne Lidar Surveys and Remote sensing on the African continent
www.southernmapping...

Hispasat 1C at 30.0°W

Eco TV, **Soico TV**, **Top TV**, **TVI 24** and **TVI Internacional** on Eutelsat 10A
HBN on Intelsat 10 | **Wassa Man TV** on Amos 5
Top TV on Telkom 1 | **Telekanal 2x2** on Eutelsat 36B

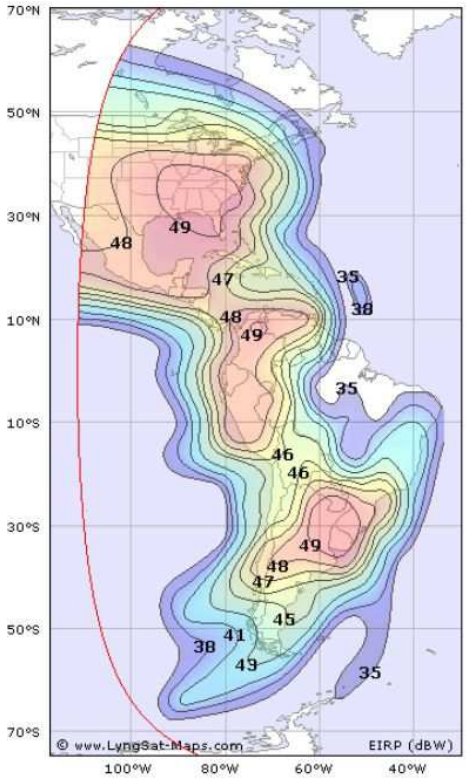
Main | **Frequency chart** | **All beams** | **Atlantic**

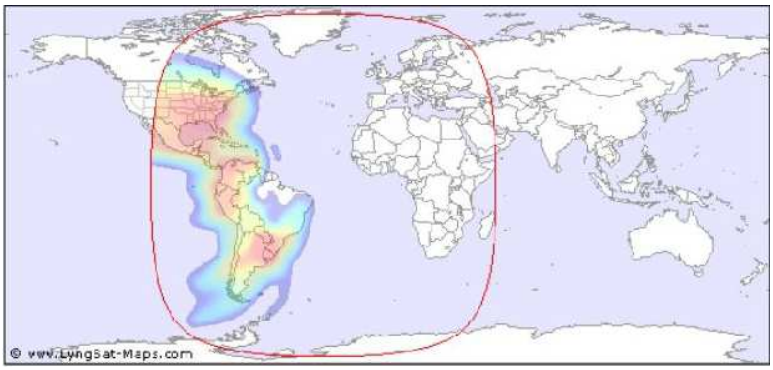
Advertising

Advertising

LyngSat NETWORK
Your best source for satellite related info
LyngSat MAPS

America





Ku band	
EIRP (dBW)	Size (cm)
>50	50
50	50-60
49	55-65
48	60-75
47	65-85
46	75-95
45	85-105
44	95-120
43	105-135
42	120-150
41	135-170
40	150-190
39	170-215
38	190-240
37	215-270
36	240-300
35	270-335
34	300-380
33	335-425
32	380-475
31	425-535
30	475-600
<30	>535

The EIRP values are based on official info from the satellite owner.
The dish sizes are approximate. Some signals can have a lower EIRP.
For updates, contact webmaster@lyngsat-maps.com

The content on this site is protected by copyright. All rights reserved.
LyngSat is a registered trademark, owned by Lyngemark Satellite.
© Lyngemark Satellite

Anexo 7

Footprint O Huella del Satélite Telstar12 1 5º W

AdChoices

Air Satellite
Our Best Fares for Your Holidays: Hurry, Check Our Special Offers!
eDreams.com/Flight_O...

Ver Películas Gratis Clips de películas gratis y Clips Elija entre cientos de películas! FilmFanatic.MyWebSearch.com

Maps download Search Maps, Get Driving Directions Instantly From Your Browser Free! www.MapsGalaxy.com

Tv Convierte tu PC en una TV! Ver los episodios completo TV. www.TelevisionFanatic.com

AdChoices

AdChoices

Looking for Your Friend?
Find Your Friend on Facebook. Sign Up Free Now!
www.Facebook.com

Telstar 12 at 15.0°W

Eco TV, **Soico TV**, **Top TV**, **TVI 24** and **TVI Internacional** on Eutelsat 10A
HBN on Intelsat 10 | **Wassa Man TV** on Amos 5
Top TV on Telkom 1 | **Telekanal 2x2** on Eutelsat 36B

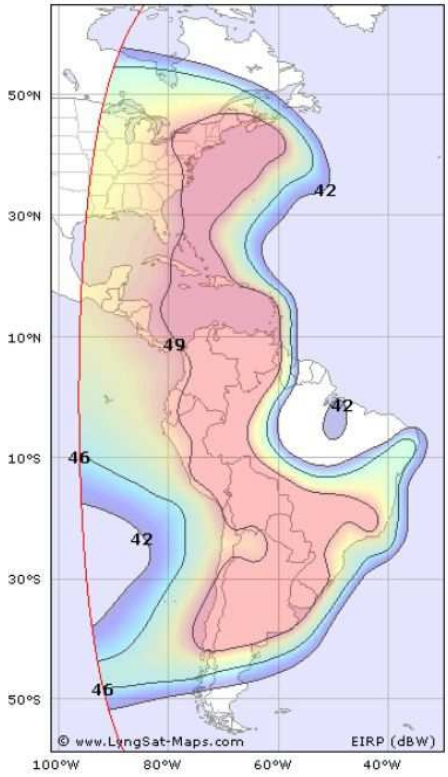
Main | **Frequency chart** | **All beams** | **Atlantic**

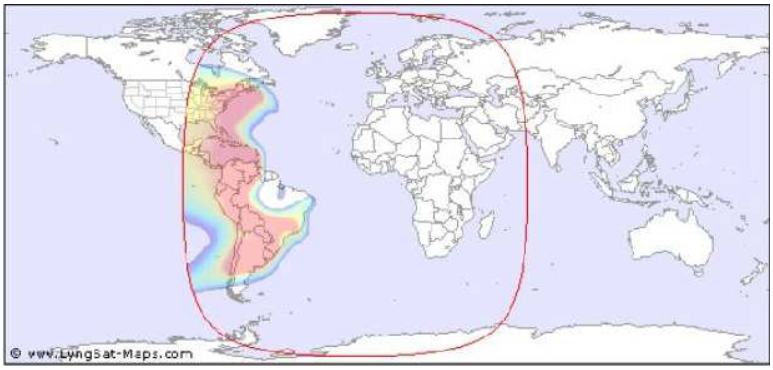
Advertising

Advertising

LyngSat NETWORK
Your best source for satellite related info
LyngSat LOGO

Americas





Ku band	
EIRP (dBW)	**Size (cm)**
>50	50
50	50-60
49	55-65
48	60-75
47	65-85
46	75-95
45	85-105
44	95-120
43	105-135
42	120-150
41	135-170
40	150-190
39	170-215
38	190-240
37	215-270
36	240-300
35	270-335
34	300-380
33	335-425
32	380-475
31	425-535
30	475-600
<30	>535

The EIRP values are based on official info from the satellite owner.
The dish sizes are approximate. Some signals can have a lower EIRP.
For updates, contact webmaster@lyngsat-maps.com

The content on this site is protected by copyright. All rights reserved.
LyngSat is a registered trademark, owned by Lyngemark Satellite.
© Lyngemark Satellite

Anexo 8

Data sheet LNB SMART de 2 y 4 entradas

smart

LNB

2009

Titanium Edition

01/2009

Titanium Edition LNBs

TITANIUM

HD TV

5 Jahre Garantie
5 Year Guarantee
5

0,1 dB

Single
Universal TS

Twin
Universal TT

Smart Universal LNBs

Mit den „Titanium Edition" - LNBs von Smart erwerben Sie erstklassige Qualität und allerneueste Technologie. Die kompakten hochwertigen KU-Band Konverter sind der Schlüssel zur digitalen Welt des Fernsehens. Mit einer hohen Stabilität der Resonatoren, der Verwendung von extrem rauscharmen HEMT Transistoren und einer ausgefeilten Produktionstechnologie ist es Smart gelungen erneut ein Spitzenprodukt am Markt zu platzieren.

Quatro
Universal TQ

Technische Daten / Technical Data

Model	Single Universal TS	Twin Universal TT	Quatro Universal TQ
Order-No.	10-99-12-0005	10-99-22-0004	10-99-32-0003
Feed-Diameter	40 mm	40 mm	40 mm
Low Band			
Input Frequency Range	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz
Output Frequency Range	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz
Oszillator Frequency	9,75 GHz	9,75 GHz	9,75 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca/Cb	Ca/Cb	Ca/Cb
High Band			
Input Frequency Range	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz
Output Frequency Range	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz
Oszillator Frequency	10,6 GHz	10,6 GHz	10,6 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc
Low & High Band			
Conversion Gain	50 dB	50 dB	50 dB
Control Signal Ca Vertikal	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V
Control Signal Cb Horizontal	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V
Control Signal Cc Band	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz
Power Consumption max.	110 mA	200 mA	200 mA
Working Temperature	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C
Connection	F-type	F-type	F-type
HD TV	4	4	4
Guarantee	5 year	5 year	5 year

TITANIUM

HD TV

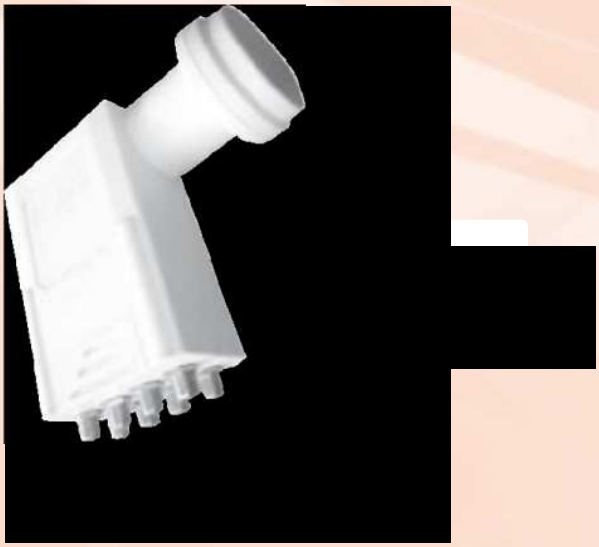
5 Jahre Garantie
5 Year Guarantee 5

0,1 dB

Titanium Edition LNBs

smart

Quad Switch TQS



The Smart Universal LNBs

„Titanium Edition" are high quality products combin with the newest technology. These compact and hig quality converters are the key to the world of the di television. With high stability, excellent noise figure a high developed production technology, Smart rea a top position at the market.

Model	Quad Switch TQS	Octo Switch TO
Order-No.	10-99-42-0004	10-99-12-0007
Feed-Diameter	40 mm	40 mm
Low Band		
Input Frequency Range	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz
Output Frequency Range	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz
Oszillator Frequency	9,75 GHz	9,75 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca/Cb	Ca/Cb
High Band		
Input Frequency Range	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz
Output Frequency Range	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz
Oszillator Frequency	10,6 GHz	10,6 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc
Low & High Band		
Conversion Gain	50 dB	50 dB
Control Signal Ca Vertikal	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V
Control Signal Cb Horizontal	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V
Control Signal Cc Band	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz
Power Consumption max.	200 mA	250 mA
Working Temperature	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C
Connection	F-type	F-type
HD TV	4	4
Guarantee	5 year	5 year

Titanium Edition LNBs

TITANIUM

HD TV

5 Jahre Garantie
5 Year Guarantee
5

0,1 dB

onoblock
ingle TMS

Twin
k

blo
43

itch
ck

Technische Daten / Technical Data

Model	Monoblock TMS	Single Monoblock TMS 43	Twin Monoblock TMT 43	Quad-Switch Monoblock TMQ 43
Order-No.	10-99-12-0006	10-99-12-0011	10-99-22-0007	10-99-42-0006
Feed-Diameter	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
Low Band				
Input Frequency Range	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz
Output Frequency Range	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz
Oszillator Frequency	9,75 GHz	9,75 GHz	9,75 GHz	9,75 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca/Cb	Ca/Cb	Ca/Cb	Ca/Cb
High Band				
Input Frequency Range	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz
Output Frequency Range	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz
Oszillator Frequency	10,6 GHz	10,6 GHz	10,6 GHz	10,6 GHz
Noise Figure	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB	0,1 dB
Control Signal	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc
Low & High Band				
Conversion Gain	50 dB	50 dB	50 dB	50 dB
Control Signal Ca Vertikal	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V
Control Signal Cb Horizontal	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V
Control Signal Cc Band	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz
Power Consumption max.	110 mA	110 mA	240 mA	240 mA
Working Temperature	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C
Connection	F-type	F-type	F-type	F-type
HD TV	4	4	4	4
Guarantee	5 year	5 year	5 year	5 year

Standard Edition LNBs

Model	Single Monoblock SMB 21	Twin Monoblock SMB 22	Quad Monoblock SMB 55
Order-No.	10-01-62-0001	10-01-62-0002	10-01-62-0003
Feed-Diameter	40 mm	23 und 40 mm tauglich	23 und 40 mm tauglich
Low Band			
Input Frequency Range	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz	10,7 ~ 11,7 GHz
Output Frequency Range	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz	950 ~ 1950 MHz
Oszillator Frequency	9,75 GHz	9,75 GHz	9,75 GHz
Noise Figure	0,3 dB	0,3 dB	0,3 dB
Control Signal	Ca/Cb	Ca/Cb	Ca/Cb
High Band			
Input Frequency Range	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz	11,7 ~ 12,75 GHz
Output Frequency Range	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz	1100 ~ 2150 MHz
Oszillator Frequency	10,6 GHz	10,6 GHz	10,6 GHz
Noise Figure	0,3 dB	0,3 dB	0,3 dB
Control Signal	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc	Ca & Cc/Cb & Cc
Low & High Band			
Conversion Gain	50-58 dB	50-58 dB	50-58 dB
Control Signal Ca Vertikal	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V	11,0 ~ 14,2 V
Control Signal Cb Horizontal	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V	15,5 ~ 21 V
Control Signal Cc Band	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz	22 +/- 4 kHz
Power Consumption max.	110 mA	240 mA	240 mA
Working Temperature	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C	-40 ~ +60 °C
Connection	F-type	F-type	F-type
HD TV	-	-	-
Sat-Umschaltung DiSEqC	4	4	4

Anexo 9

Data-sheet LNB DMS international

DMS International

Tel: 770-529-6800
Fax: 770-529-6840
Email: sales@dmsiusa.com
Website: www.DMSiUSA.com

Spitfire Elite

Digital HQ Universal Single LNBF

- ✓ Easy Installation
- ✓ 40mm throat
- ✓ Compact Design
- ✓ High Stability HD Performance
- ✓ Low Noise Anti-Rain Fade, Mosaic
- ✓ HDTV DVB-S2 Compliant
- ✓ Low Power Consumption
- ✓ 100% Water Leak Proof

SPECIFICATION	LOW BAND	HIGH BAND
Input Frequency Range	10.7 ~ 11.7 GHz	11.7 ~ 12.75 GHz
Reflector Type	Offset	
F/D Ratio	0.5 ~ 0.7	
Cross Pol. Isolation	20 dB (Min.)	
Conversion Gain	58 dB (Typ.)	
Gain Flatness	±0.6 dB / 27 MHz	
Output Frequency	950 ~ 1950 MHz	1100 ~ 2150 MHz
L.O. Frequency	9.75 GHz	10.60 GHz
L.O. Phase Noise	-55 dBc / Hz @ 1 KHz -80 dBc / Hz @ 10 KHz -100 dBc / Hz @ 100 KHz	
Output Power Level (1 dB Gain Compression)	0 dBm	
Image Rejection	45 dB (Min.)	
Output VSWR	2.5:1 (Max.)	
Output Connector	75Ω F type Female	
DC Current Consumption	90 mA	
Operating Voltage	(1) 11.5 ~ 14.0 V - Vertical Polarization (2) 16.0 ~ 19.0 V - Horizontal Polarization (3) Continuous 22 KHz ± 4 KHz - High Band Selection	
Operating Temperature	-40°C ~ +60°C	

Anexo 10

Características Cable Coaxial RG-6

Tabla de caracteristicas de los principales cables coaxiales

Características de los Cables Coaxiales													
						Atenuación en decibelios por cada 100 mts							
Coaxial	Ohm	Factor Veloc	Aislan. Dieléc.	Tensión Máx RMS	pF Por Metro	10 Mhz	50 Mhz	100 mhz	200 Mhz	400 Mhz	1 Ghz	3 Ghz	Diam. en mm
RG-5	50	0,66	Esp PE	--------	93,5	2,72	6,23	8,85	13,5	19,4	32,15	75,5	8,3
RG-6	75	0,66	Esp PE	--------	61,6	2,72	6,23	8,85	13,5	19,4	32,15	75,5	8,5
RG-8	52	0,66	PE	4.000	97	1,8	4,27	6,23	8,86	13,5	26,3	52,5	10,3
RG-9	51	0,66	PE	4.000	98	2,17	4,92	7,55	10,8	16,4	28,9	59	10,7
RG-10	52	0,66	--------	--------	100	1,8	4,25	6,25	8,85	13,5	26,3	52,5	12
RG-11	75	0,66	Esp PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54	10,3
RG-12	75	0,66	PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54	12
RG-13	74	0,66	--------	--------	67	2,18	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54	10,7
RG-14	52	0,66	--------	--------	98,4	1,35	3,28	4,6	6,55	10,2	18	41	13,9
RG-17	52	0,66	PE	11.000	67	0,8	2,05	3,15	4,9	7,85	14,4	31,1	22,1
RG-18	52	0,66	--------	--------	100	0,8	2,05	3,15	4,9	7,85	14,4	31,1	24
RG-19	52	0,66	--------	--------	100	0,55	1,5	2,3	3,7	6,05	11,8	25,3	28,5
RG-20	52	0,66	--------	--------	100	0,55	1,5	2,3	3,7	6,05	11,8	25,3	30,4
RG-21	53	0,66	--------	--------	98	14,4	30,5	47,7	59	85,3	141	279	8,5
RG-34	75	0,66	--------	--------	67	1,05	2,79	4,6	6,9	10,8	19	52,5	15,9
RG-35	75	0,66	--------	--------	67	0,8	1,9	2,8	4,15	6,4	11,5	28,2	24
RG-55	53,5	0,66	PE	1.900	93	3,94	10,5	15,8	23	32,8	54,1	100	5,3
RG-58	50	0,66	PE	1.900	93	4,6	10,8	16,1	24,3	39,4	78,7	177	5
RG-59	73	0,66	PE	600	69	3,6	7,85	11,2	16,1	23	39,4	87	6,2
RG-74	52	0,66	--------	--------	98	1,35	3,28	4,59	6,56	10,7	18	41	15,7
RG-122	50	0,66	--------	--------	------	5,58	14,8	23	36,1	54,1	95,1	187	4,1
RG-142	50	0,7	PTFE	1.900	96	3,6	8,85	12,8	18,5	26,3	44,25	88,6	4,9
RG-174	50	0,66	PTFE	1.500	101	12,8	21,7	29,2	39,4	57,4	98,4	210	2,6
RG-177	50	0,66	--------	--------	------	0,7	2,03	3,12	4,92	7,85	14,4	31,2	22,7
RG-178	50	0,69	--------	--------	------	18,4	34,5	45,9	63,3	91,9	151	279	1,9
RG-179	75	0,69	--------	--------	------	17,4	27,9	32,8	41	52,5	78,7	144	2,5
RG-180	95	0,69	--------	--------	------	10,8	15,1	18,7	24,9	35,5	55,8	115	3,7
RG-187	75	0,69	--------	--------	------	17,4	27,9	32,8	41	52,5	78,7	144	2,8
RG-188	50	0,69	--------	--------	------	19,7	31,5	37,4	46,6	54,8	102	197	2,8
RG-195	95	0,69	--------	--------	------	10,8	15,1	18,7	24,9	35,4	55,8	115	3,9
RG-196	50	0,69	--------	--------	------	18,4	34,5	45,2	62,3	91,9	151	279	2
RG-212	50	0,66	--------	--------	------	2,72	6,23	8,86	13,5	19,4	32,2	75,5	8,5
RG-213	50	0,66	PE	5.000	101	1,8	4,3	6,25	8,85	13,5	26,3	52,5	10,3
RG-214	50	0,66	PE	5.000	101	2,15	4,95	7,55	10,8	16,4	28,9	59	10,8
RG-215	50	0,66	PE	5.000	101	1,8	4,3	8,2	8,85	13,5	26,3	52,5	10,3
RG-216	75	0,66	PE	5.000	67	2,15	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54,1	10,8
RG-217	50	0,66	--------	--------	------	1,35	3,3	4,6	6,55	10,2	18	40,5	13,8
RG-218	50	0,66	--------	--------	96	0,8	2,05	3,1	4,9	7,85	14,4	31,2	22,1
RG-219	50	0,66	--------	--------	------	0,8	2,05	3,1	4,9	7,85	14,4	31,2	24
RG-220	50	0,66	--------	--------	96	0,55	1,5	2,3	3,7	6,1	11,8	25,5	28,5
RG-221	50	0,66	--------	--------	------	0,55	1,5	2,3	3,7	6,1	11,8	25,5	30,4
RG-222	50	0,66	--------	--------	------	14,4	30,5	42,7	59,1	85,3	141	279	8,5
RG-223	50	0,66	PE	1.900	101	3,95	10,5	15,8	23	32,8	54,1	100	5,4
RG-302	75	0,69	--------	--------	------	1,5	4	10,8	15,4	22,6	41,9	85,25	5,3
RG-303	50	0,69	--------	--------	------	3,61	8,86	12,8	18,5	26,3	44,3	88,6	4,3
RG-316	50	0,69	--------	--------	------	19,7	31,5	37,4	46,6	54,8	102	197	2,6
NOTAS		PE = Polietileno											
		Esp.PE = Espuma de Polietileno											
		PTFE = Teflón (Politetrafluoroetileno)											
		RG-214 y RG-223 = Con doble protección (Doble apantallado)											

Anexo 11

10 Reglas de Seguridad Industrial e Higiene

10 Reglas de Seguridad Industrial e Higiene

A continuación se describen algunas recomendaciones básicas para tener en cuenta cuando desarrollamos nuestras tareas cotidianas o no tanto en nuestro trabajo, empresa, campo, club, lugar de esparcimiento etc.

Lo descrito quiere pretender orientar al lector en los primeros paso en materia de seguridad e higiene.
En próximos artículos iremos ahondando en mayores detalles.-

Decálogo de la seguridad industrial
1. El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe colaborar en conseguirlo.

2. Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.

3. No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.

4. Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.

5. Utilizar en cada tarea los elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.

6. No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.

7. Todas las heridas requieren atención. Acudir al servicio médico o botiquín.

8. No hacer bromas en el trabajo.

9. No improvisar, seguir las instrucciones y cumplir las normas.

10. Prestar atención al trabajo que se está realizando.

Orden y limpieza
1. Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo

2. No dejar materiales alrededor de las máquinas. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso.

3. Recoger todo material que se encuentre “tirado” en el piso que pueda causar un accidente.

4. Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros.

5. No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

Equipos de protección individual (EPP)

1. Utilizar el equipo de protección personal tanto en los trabajos en la empresa como en su casa.

2. Si se observa alguna deficiencia en el EPP, ponerlo enseguida en conocimiento del

superior.

3. Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.

4. Llevar ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.

5. En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.

6. Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. utilizar gafas de seguridad.

7. Si hay riesgos de lesiones para los pies, no dejar de usar calzado de seguridad.

8. Cuando se trabaja en alturas colocarse el arnés de seguridad.

9. Ante la posibilidad de inhalar productos químicos, nieblas, humos gases debemos Proteger las vías respiratorias.

10. Cuando no pueda mantener una conversación sin alzar a la voz a un metro de distancia significa q los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos. Utilice protección Auditiva.

Herramientas manuales

1. Utilizar las herramientas manuales sólo para sus fines específicos.

2. Inspeccionar las herramientas periódicamente repare las anomalías presentadas.

2. Retirar de uso las herramientas defectuosas.

3. No llevar herramientas en los bolsillos, salvo que estén adaptados para ello.

4. Dejar las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes cuando no se utilicen.

5. Verifique el estado de las bocas de las herramientas llamadas fijas o estriadas.

6. Las herramientas de golpe son para personas que ya hallan tenido experiencias en el uso: Antes de usarlas pregunte

Escaleras de mano

1. Antes de utilizar una escalera comprobar que se encuentre en perfecto estado.

2. No utilizar nunca escaleras empalmadas una con otra, salvo que estén preparadas para ello.

3. Prestar atención si se tiene que colocar una escalera en las proximidades de instalaciones con tensión.

4. La escalera debe estar siempre bien asentada. Cerciorarse de que no se pueda deslizar.

5. Al subir o bajar, dar siempre la cara a la escalera.

6. No pinte las escaleras, una rajadura es difícil de ver. Píntelas con aceites, barnices etc.

Electricidad

1. Toda instalación debe considerarse bajo tensión o con tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.

2. No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.

3. Aislarse si se trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica. Utilizar prendas y equipos de seguridad.

4. Comunicar inmediatamente si se observa alguna anomalía en la instalación eléctrica.

5. Reparar en forma inmediata si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos.

6. Desconecta el aparato o máquina al menor chispazo.

7. Prestar atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios.

8. Todas las instalaciones eléctricas deben tener llave térmica, disyuntor diferencial y puesta a tierra.

Riesgos químicos

1. Si se trabaja con líquidos químicos, pensar que los ojos serían los más perjudicados ante cualquier salpicadura.

2. Utilizar el equipo adecuado, también otras partes del cuerpo pueden ser afectados.

3. Al mezclar ácido con agua, colocar el ácido sobre agua, nunca al revés; podría provocar una proyección sumamente peligrosa.

4. No remover ácidos con objetos metálicos; puede provocar proyecciones.

5. Si se salpica ácido a los ojos, lavarse inmediatamente con abundante agua fría y acudir siempre al servicio médico.

6. Si se manipulan productos corrosivos tomar precauciones para evitar su derrame; si este se produce actuar con rapidez según las normas de seguridad.

7. Si se trabaja con productos químicos extremar la limpieza personal, particularmente antes de las comidas y al abandonar el trabajo.

8. Los riesgos para el organismo pueden llegar por distintas vías: respiratoria, oral, por contacto...etc. Todas ellas requieren atención.

9. Se debe utilizar ropa protectora según el caso de cada producto químico.

10. Utilizar protección respiratoria y ocular

El riesgo de incendios

1. Los extintores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; enterarse de cómo funcionan.

2. Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias.

3. Recordar el número de teléfono de los bomberos privados o Voluntarios en nuestro País con el Número 100 en cualquier lugar, desde un teléfono público Ud. puede avisar a los Bomberos.

4. Que el buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.

5. No fumar en lugares prohibidos, ni tirar las colillas o cigarros sin apagar.

6. Controlar las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.

7. Ante un caso de incendio conocer las posibles acciones.

8. Si se manejan productos inflamables, prestar mucha atención y respetar las normas de seguridad.

Emergencias

1. Preocuparse por conocer el plan de emergencia. Conocer las instrucciones de la empresa y de su hogar, escuela, club, etc al respecto.

2. Seguir las instrucciones que se indiquen, y en particular, de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.

3. No correr ni empujar a los demás; si ser está en un lugar cerrado buscar la salida más cercana sin atropellamientos.

4. Usar las salidas de emergencia, nunca los ascensores o montacargas.

5. Prestar atención a la señalización, ayudará a localizar las salidas de emergencia.

Accidentes

1.Mantener la calma y actuar con rapidez.

2.La tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás.

3.Pensar antes de actuar.

4.Asegurarse de que no hay más peligros.

5.Asegurarse de quien necesita más la ayuda y atender al herido o heridos con cuidado y precaución.

6.No hacer más de lo indispensable; recordar no reemplazar al médico.

7.No dar jamás de beber a una persona sin conocimiento; puede ser ahogada con el líquido.

8.Avisar inmediatamente por los medios posibles al médico o servicio de socorro.